

EKSTRAKSI GLUKOMANAN DARI TEPUNG PORANG (*Amorphophallus muelleri* var. *Blume*) DENGAN METODE FREEZE-THAW

SKRIPSI

Oleh:

BAKTI PERTIWI PURNAMA SARI

165100100111031



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2021

EKSTRAKSI GLUKOMANAN DARI TEPUNG PORANG (*Amorphophallus muelleri* var. Blume) DENGAN METODE FREEZE-THAW

SKRIPSI

Oleh:

BAKTI PERTIWI PURNAMA SARI

165100100111031

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pangan**

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2021



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Ekstraksi Glukomanan dari Tepung Porang
(*Amorphophallus muelleri* var. Blume) dengan Metode
Freeze-Thaw

Nama Mahasiswa : Bakti Pertiwi Purnama Sari

NIM : 165100100111031

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing I,

Prof. Dr. Ir. Simon, B. W., M.App.Sc

NIP 195210031 197903 1 002

Dosen Pembimbing II,

Latifa Putri A., S.TP, M.Sc

NIK. 2016079107162001

Tanggal Persetujuan : 11- Juli- 2021

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Ekstraksi Glukomanan dari Tepung Porang
(*Amorphophallus muelleri* var. Blume) dengan Metode
Freeze-Thaw

Nama Mahasiswa : Bakti Pertiwi Purnama Sari

NIM : 165100100111031

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji,



Fithri Choirun Nisa, STP, MP, Ph.D

NIP 197409061999032001

Dosen Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Simon, B. W., M.App.Sc

NIP. 195210031 197903 1 002

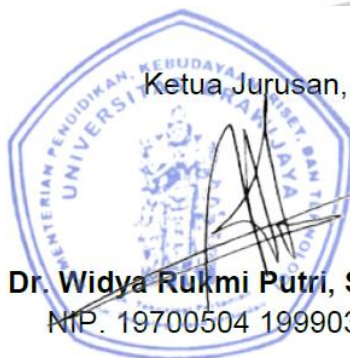
Dosen Pembimbing II,



Latifa Putri A., S.TP, M.Sc

NIK. 2016079107162001

Ketua Jurusan,



Dr. Widya Rukmi Putri, S.TP., MP

NIP. 19700504 199903 2 002

Tanggal Persetujuan: 15 Juli 2021

RIWAYAT HIDUP



Bakti Pertiwi Purnama Sari, lahir di Trenggalek pada tanggal 6 Nopember 1997. Penulis adalah anak keempat dari empat bersaudara oleh pasangan Alm. Suhadi dan Sigit Indi Astuti. Penulis memulai pendidikan di TK-BA pada tahun 2002-2004 dan dilanjutkan di Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah, Salamrejo pada tahun 2004-2010. Penulis

kemudian melanjutkan pendidikan di Madrasah Tsanawiyah Negeri Model di Trenggalek pada tahun 2010-2013. Penulis aktif di ekstrakurikuler silat pada tahun 2012 hingga 2013 sebagai anggota. Pada tahun 2013-2016 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Trenggalek. Ketika SMA penulis aktif di ekstrakurikuler jurnalistik pada tahun 2014 sebagai anggota dan pada 2015 sebagai sekretaris. Penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Brawijaya dengan mengambil program studi Ilmu dan Teknologi Pangan pada 2016-2020. Selama masa kuliah penulis aktif di organisasi Agritech Sport (AS) pada tahun 2017 sebagai anggota divisi voli dan sebagai anggota *Department Public Relation* di English for Specific Purposes. Pada tahun 2018 penulis menjabat sebagai anggota *Secretary* dan 2019 sebagai *Executive Secretary* di organisasi English for Specific Purposes. Selain di organisasi internal, penulis juga aktif di organisasi eksternal sebagai Administrasi Kesekretariatan di Himpunan Mahasiswa Islam. Pada masa akhir kuliah, sebagai syarat mendapatkan gelar Sarjana penulis menyusun laporan Tugas Akhir ini dengan judul **“Ekstraksi Glukomanan dari Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* var. Blume) dengan Metode Freeze-Thaw”**.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa : Bakti Pertiwi Purnama Sari

NIM : 165100100111031

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul Tugas Akhir : Ekstraksi Glukomanan dari Tepung Porang
(*Amorphophallus muelleri* var. Blume) dengan Metode
Freeze-Thaw

Menyatakan,

Skripsi dengan judul tersebut merupakan karya asli penulis di atas. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 25 Maret 2021

Pembuat pernyataan,



Bakti Pertiwi Purnama Sari

165100100111031

BAKTI PERTIWI PURNAMA SARI. 165100100111031. Ekstraksi Glukomanan dari Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* var. Blume) dengan Metode Freeze-Thaw. Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Simon Bambang, W., M.App.Sc dan Latifa Putri, A, S.TP, M.P.

RINGKASAN

Tanaman porang atau dalam bahasa latin *Amorphophallus muelleri* var. Blume merupakan salah satu jenis tanaman yang tumbuh di daerah asia dan afrika. Tanaman ini salah satu dari jenis *araceae* atau umbi-umbian yang tumbuh subur di Indonesia. Nilai ekonomis umbi porang akan meningkat setelah diolah menjadi tepung porang. Produksi tepung porang membutuhkan banyak pelarut berupa etanol 96% untuk mencucinya. Beberapa pengotor masih ada pada tepung seperti protein, serat dan pati walaupun sudah diekstrak menjadi tepung glukomanan. Hal ini dapat menurunkan nilai viskositas dan derajat putih dari tepung glukomanan. Harga etanol yang relatif mahal yang digunakan dalam ekstraksi glukomanan diharapkan dapat menurunkan biaya operasional dengan adanya *freeze-thaw*.

Metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu *Randomized Block Design* atau biasa disebut dengan rancangan acak kelompok dengan 5 kali ulangan. *Software* untuk mendapatkan proses *running* ekstraksi glukomanan yaitu Minitab 19. Variabel bebas yang digunakan yaitu konsentrasi larutan tepung porang dan rasio antara volume etanol berbanding berat larutan tepung porang murni beku. Titik bawah konsentrasinya yaitu 1% dan 1,5% untuk titik atasnya. Pada rasio etanol: berat larutan tepung porang murni beku yang digunakan yaitu 1: 4 untuk titik bawah dan 1: 3 untuk titik atasnya. Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu nilai viskositas dan derajat putih tepung glukomanan sebagai tanda kemurnian dari glukomanan.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan oleh konsentrasi tepung porang murni yang akan diekstrak dan rasio etanol berbanding larutan tepung porang murni beku. Titik optimum untuk mendapatkan tepung glukomanan yang memiliki derajat putih dan viskositas yang tinggi yaitu konsentrasi 1,5% tepung porang yang diekstrak dengan etanol dengan rasio 1: 3. Hasil dari karakteristik tepung glukomanan dengan titik optimum memiliki viskositas 37250 cPs dengan derajat putih 70,02 dan kadar glukomanan 82,92% dengan analisis kadar basah.

Kata Kunci: Derajat putih, *freeze-thaw*, glukomanan, porang, viskositas.

BAKTI PERTIWI PURNAMA SARI. 165100100111031. Glucomannan Extraction from Porang Flour (*Amorphophallus muelleri* var. Blume) with Freeze-Thaw Method. Supervisor: Prof. Dr. Ir. Simon Bambang, W., M.App.Sc and Latifa Putri, A, S.TP, M.P.

SUMMARY

Porang or in Latin *Amorphophallus muelleri* var. Blume is a type of plant that grows in Asia and Africa. This plant is one of the araceae (tubers) that grow and thrive in Indonesia. Porang will be processed into porang flour and caused the economic value of porang will increase because of the presence of glucomannan which reaches 64,1%. However, in the production of porang flour, it requires a lot of solvent such as 96% ethanol to wash it (commonly used). Even though it has been extracted into glucomannan flour after washing, some impurities are still present in the flour, such as protein, fiber or starch. This can reduce the viscosity and degree of whiteness of the glucomannan flour. The relatively high price of ethanol that used in the extraction of glucomannan is expected to reduce operating costs with the addition of freeze-thaw method.

The research method used in this project is randomized block design with 5 times repetition. The software to get the glucomannan extraction running process is Minitab 19 The independent variables used were the concentration of porang flour solution and the ratio between the weight of the frozen porang flour solution and ethanol as the solvent. The lower point of concentration is 1% and 1,5% for the upper point. Ratio of weight of the frozen porang flour solution: ethanol used is 1: 4 for the bottom point and 1: 3 for the upper point. The parameters observed in this study were the viscosity value and whiteness of glucomannan flour as a sign of the purity of glucomannan.

The results of this study indicate that there was a significant effect on the concentration of porang flour to be extracted and the ratio of ethanol to weight of frozen porang flour solution. The optimum point for obtaining glucomannan flour which had a high degree of whiteness and viscosity was concentration of 1,5% porang flour extracted with ethanol ratio 1: 3. The results of the characteristics of glucomannan flour with the optimum point had a viscosity of 37250 cPs with a white degree of 70,02 and a glucomannan content of 82,92% with wet content analysis.

Keywords: degree of whiteness, freeze-thaw, glucomannan, porang, viscosity.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur pada Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga tetap terlimpahkan pada junjungan kami umat islam, Nabi Muhammad SAW. Tak lupa pula ucapan terima kasih kepada pihak yang telah mendukung terciptanya skripsi ini:

1. Ibu Sigit Indi Astuti, *the one and only* Ibu saya yang tak lelah mendukung dan selalu mendoakan yang terbaik untuk tugas akhir ini
2. Prof. Dr. Ir Simon Bambang Widjanarko M.App.Sc dan Bu Latifa Putri Aulia, S.TP, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mencurahkan ilmunya kepada saya dengan sabar
3. Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, S.TP, M.P selaku Ketua Jurusan
4. Tim porang pilot plant bimbingan Prof. Simon, Mbak Eva, Mbak Riska, Mas Miko, Mas Bangkit, Bu Nelsi, Mbak Almira dan Nita yang dengan tulus menyampaikan kritik, saran, bimbingan dan diskusi selama penelitian
5. Teman-teman ESP, Yohana Zulfa, Bila, Dwita, Adriel dan kakanda ayunda dari HMI, Lidia, Iqbal, Anwar dan mas Agus yang selalu mendukung secara moril pada penulis
6. Teman-teman saya yang tercinta yang tak bisa saya sebutkan satu per satu

Saya sebagai penulis yang menyadari adanya kekurangan dan kesalahan dalam penulisan skripsi ini mengharapakan kritik dan saran yang dapat membangun. Semoga dengan adanya skripsi ini dapat membawa manfaat dan dapat menjadi inspirasi bagi pembaca.

Malang, 25 Maret 2021

Penulis,



Bakti Pertiwi Purnama Sari

165100100111031

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tepung Porang	4
2.2 Glukomanan	6
2.3 Ekstraksi Glukomanan	8
2.4 Pembekuan	10
2.5 Viskositas	12
2.6 Derajat putih	14
2.7 Hipotesis	15
III METODE PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Rancangan Penelitian	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.5 Pengamatan dan Analisis Data	19

3.6	Diagram Alir	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Karakteristik Bahan Baku	24
4.2	Penelitian Pendahuluan (Tahap Satu)	25
4.3	Penelitian Utama (Tahap Dua)	27
4.3.1	Analisis Konsentrasi Tepung Glukomanan dan Rasio Etanol dan Larutan TPM beku terhadap Viskositas	27
4.3.2	Analisis Konsentrasi Tepung Glukomanan Rasio Etanol dan Larutan TPM beku terhadap Derajat Putih	30
4.4	Verifikasi Perlakuan Terbaik	33
V KESIMPULAN DAN SARAN		36
5.1.	Kesimpulan	36
5.2.	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		37
LAMPIRAN		43



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Klasifikasi Tepung Porang.....	5
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian.....	15
Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Baku	22
Tabel 4.2 Nilai Viskositas Glukomanan dengan Pengaruh Perlakuan Rasio Etanol berbanding Larutan TPM Beku	27
Tabel 4.3 Nilai Viskositas Glukomanan dengan Pengaruh Perlakuan Konsentrasi Tepung Porang Murni (TPM)	27
Tabel 4.4 Nilai Derajat Putih Glukomanan dengan Pengaruh Perlakuan Rasio	30
Tabel 4.5 Peringkat Hasil MCDM (Perlakuan Terbaik)	31
Tabel 4.6 Karakteristik Tepung Glukomanan Perlakuan Terbaik	31



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Tanaman Umbi Porang (b) Umbi Porang	4
Gambar 2.2 Struktur Kimia Glukomanan.....	6
Gambar 2.3. Glukomanan Hasil Ekstraksi Maserasi dan <i>Leaching</i>	7
Gambar 2.4. Glukomanan dan Beberapa Zat Pengotor	9
Gambar 2.5. Tahapan Proses Pembekuan	10
Gambar 2.6 Pencoklatan enzimatik akibat fenol.....	13
Gambar 3.1 Tahap Penelitian	15
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3.3. Diagram Alir Uji Viskositas Tepung Glukomanan.....	19
Gambar 3.4. Diagram Alir Uji Kadar Glukomanan Tepung Glukomanan	21
Gambar 4.1. Grafik Rerata Viskositas Glukomanan dengan Perlakuan Rasio Etanol berbanding Larutan TPM beku dan Konsentrasi Tepung Porang Murni (TPM).....	26
Gambar 4.2. Grafik Rerata Derajat Putih Glukomanan dengan Perlakuan Rasio Etanol berbanding Larutan TPM beku dan Konsentrasi Tepung Porang Murni (TPM).....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Metode Analisa	39
Lampiran 2. Data Hasil Penelitian Pendahuluan (Tahap Satu)	41
Lampiran 3. Perhitungan Data Hasil Penelitian Viskositas	42
Lampiran 4. Perhitungan Data Hasil Penelitian Derajat Putih	45
Lampiran 5. Perhitungan Pemilihan Terbaik	49
Lampiran 6. Data Analisa Optimasi	50
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian	51



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman porang atau dalam bahasa latin *Amorphophallus muelleri* var. *Blume* merupakan salah satu jenis tanaman yang tumbuh di daerah Asia dan Afrika. Tanaman ini salah satu dari jenis *araceae* atau umbi-umbian yang tumbuh subur di Indonesia. Umbi dari tanaman porang mempunyai kandungan glukomanan yang tinggi yaitu berkisar 9,9% berat basah Ekowati, et al., (2015). kandungan glukomanan akan meningkat hingga 64,1% setelah diolah menjadi tepung porang. Hal ini disebabkan karena hilangnya beberapa komponen dari umbi porang seperti pati, protein, lemak, abu dan kristal kalsium oksalat yang dapat menyebabkan rasa gatal pada kulit dan mulut apabila dimakan (Anggraini, et al., 2019).

Tepung porang dapat diproduksi dengan mengiris tipis umbi porang lalu mengeringkannya sehingga menjadi *chips* porang. *Chips* porang kemudian digiling sehingga menjadi tepung porang kasar atau TPK. Setelah melalui beberapa tahapan lanjutan yaitu penyosohan, TPK dapat disebut dengan tepung porang murni atau TPM karena kandungan oksalatnya sangat minim dan parameter berupa viskositas, derajat putih dan kadar glukomanan meningkat (Widjanarko, et al., 2011b). Namun demikian, tepung ini masih memiliki kadar glukomanan yang kurang maksimum sehingga diperlukan ekstraksi glukomanan. Metode ekstraksi dapat dilakukan secara kimiawi, salah satunya dengan mencuci tepung porang dengan etanol. Penelitian Kurniawati dan Widjanarko, (2010) menyebutkan pencucian bertingkat menggunakan etanol 40%, 60% dan 80% menghasilkan produk dengan kadar glukomanan sebesar 36,68 – 81,72%. Terdapat standar lain penentuan mutu tepung porang murni atau tepung glukomanan, yaitu warna dan viskositas yang dihasilkan dari gel glukomanan (Peiying, et al., 2002).

Ekstraksi glukomanan dapat dikatakan lebih mudah dan cepat dengan pelarut berupa etanol untuk memisahkannya dari zat pengotor. Pernyataan ini berdasarkan pada beberapa penelitian yang menyebutkan ekstraksi dengan pelarut etanol dapat menghasilkan rendemen glukomanan yang dapat mencapai 75%. Harga dari etanol sendiri relatif mahal apabila digunakan dalam ekstraksi yang menghabiskan 10 – 15 mL etanol dengan dua hingga tiga kali pengulangan untuk mengekstrak 1 gram tepung porang (Lefiyanti, 2014; Mustafa dan Widjanarko, 2014; Williams dan Phillips, 2014). Proses ekstraksi glukomanan

dengan etanol bisa disebut sebagai ekstraksi *leaching*. Mekanismenya yaitu dengan melarutkan zat pengotor yang ada pada bagian luar granula glukomanan ke dalam cairan etanol sehingga didapatkan glukomanan yang bersih dari pengotor (Kurniawati dan Widjanarko, 2010). Tepung glukomanan mempunyai kemurnian yang lebih tinggi apabila menggunakan konsentrasi etanol yang tinggi, namun harga operasi akan meningkat.

Pembekuan merupakan salah satu teknologi yang dapat mengurangi beberapa kadar air pada suatu bahan. Ketika bahan dibekukan, air di dalam bahan tersebut akan mengkristal dan memungkinkan terjadi dehidrasi air ke luar jaringan. Terjadinya dehidrasi juga dapat didukung oleh rendahnya *freezing rate* atau lambatnya pembekuan yang terjadi (Kiani, et al., 2011; Meziani, et al., 2011). Terjadinya dehidrasi ke luar jaringan ini akan menyebabkan berkurangnya air dalam suatu bahan. Penelitian Yuan, et al., (2019) menyebutkan teknologi pembekuan dapat membekukan gel campuran glukomanan dan karagenan. Campuran gel tersebut sangat baik dan memiliki sineresis rendah karena adanya sinergitas, namun ketika es dari gel tersebut dilakukan perlakuan *freeze-thaw* terjadi sineresis. Sineresis merupakan peristiwa keluarnya air dalam gel. Peristiwa ini juga dapat mengurangi kadar air pada bahan.

Berdasarkan penelitian yang disebutkan di atas maka penulis melakukan penelitian mengenai ekstraksi glukomanan dari tepung porang dengan tambahan perlakuan *freeze-thaw* untuk mengurangi kadar air sehingga diharapkan kebutuhan etanol teknis menurun dan dapat menekan biaya proses produksi tepung glukomanan. Penelitian ini menggunakan respon analisa viskositas dan derajat warna putih yang biasa digunakan sebagai standar tepung glukomanan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi tepung porang murni (TPM) untuk ekstraksi terhadap viskositas dan derajat putih tepung glukomanan?
2. Bagaimana pengaruh rasio etanol teknis dan larutan TPM beku terhadap viskositas dan derajat putih tepung glukomanan?
3. Bagaimana kondisi untuk menghasilkan tepung glukomanan dengan karakteristik viskositas dan derajat putih optimal?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi tepung porang murni (TPM) untuk ekstraksi terhadap viskositas dan derajat putih tepung glukomanan

2. Mengetahui pengaruh rasio etanol teknis dan larutan TPM beku terhadap viskositas dan derajat putih tepung glukomanan
3. Mengetahui kondisi untuk menghasilkan tepung glukomanan dengan karakteristik viskositas dan derajat putih optimal.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai ekstraksi glukomanan dari tepung porang murni dengan pengaruh konsentrasi tepung porang murni (TPM) dan rasio etanol teknis berbanding larutan TPM beku menggunakan metode pembekuan dan *thawing* yang menghasilkan tepung glukomanan yang optimum dari segi viskositas dan derajat warna putih.



II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tepung Porang

Tanaman porang masuk pada satu dari sekian tanaman yang mampu tumbuh dengan subur di daerah Asia dan Afrika. Tanaman ini termasuk dalam *Araceae* atau umbi-umbian dengan nama latin *Amorphophallus muelleri* varietas *Blume* (Saputro, 2014). Tanaman porang mempunyai batang tunggal dengan percabangan yang ada pada daun. Porang mempunyai dua jenis umbi yang tumbuh di pohonnya, yaitu umbi katak dan umbi di akar (Faridah, 2016). Umbi porang yang terletak di akar mempunyai bentuk bulat dan berserabut. Umbi porang pada akar mempunyai dua jenis warna, warna kuning serta putih berdasarkan jenis atau varietas dari tanaman porang sendiri.

Porang yang tumbuh di Indonesia berwarna putih dan kuning. Porang yang diolah dan ditepungkan menjadi tepung porang kasar mempunyai warna krem kecoklatan (Wardhani, 2019). Porang memiliki kandungan utama berupa polisakarida dan mempunyai kalsium oksalat. Beberapa kandungan yang ada di porang yaitu manan 64%, serat kasar 5%, poliosa lain 5% dan bahan kering sebanyak 20% (Koswara, 2013).

Tepung porang masuk dalam salah satu olahan dari umbi-umbian porang. Umbi ini mempunyai kenampakan umbi berserabut, dapat dilihat pada **Gambar**

2.1. Porang sering dijadikan sebagai tepung dengan kandungan utamanya berupa glukomanan (polisakarida) yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan pembuatan daging restrukturisasi, bakso atau dapat dijadikan mie shirataki (Au-Yeung, et al., 2018; Mariana, et al., 2018; Widjanarko, et al., 2019).



(a)

(b)

Gambar 2.1 (a) Tanaman Umbi Porang (b) Umbi Porang

Sumber: (Suharto, et al., 2018)

Pembuatan tepung porang biasanya dimulai dengan pembuatan *chips* porang untuk mempermudah dalam pemrosesan porang menjadi tepung porang.

Umbi porang yang telah dibersihkan bagian luarnya kemudian dipotong-potong sehingga menjadi lembaran pipih sekitar 0,5 – 1,0 cm. Lembaran porang ini kemudian direndam menggunakan larutan garam NaCl 5% untuk menghindari adanya reaksi pencoklatan yang intensif pada potongan umbi porang dan selanjutnya dikeringkan (Koswara, 2013). Pengeringan pada lembaran porang dengan meletakkannya di loyang kemudian dijemur di bawah sinar matahari. Pengeringan ini menghindari adanya panas yang berlebih untuk mengurangi warna coklat yang ada pada hasil akhirnya nanti. *Chips* kemudian dapat ditepungkan hingga lolos ayakan 80 mesh (Faridah, et al., 2011).

Kandungan glukomanan yang ada pada porang sebelum diolah yaitu sebanyak 9,9% hingga 29% berat basah. Tepung porang akan diolah sehingga kandungan di dalamnya berubah, terutama pada kadar glukomanan (Ekowati, et al., 2015). Perubahan terhadap komposisi tepung porang ini terjadi karena hilangnya beberapa pengotor pada umbi porang karena pengolahan. Menurut Kurniawati dan Widjanarko, (2010) setelah diolah menjadi tepung porang, kadar glukomanan dapat mencapai hingga 64,1% dan dapat mencapai 81,72% setelah dilakukan pencucian pada tepung porang.

Tabel 2.1 Standar Klasifikasi Tepung Porang

Parameter	Common Konjac Flour			Purified Konjac Flour	
	Top	First	Second	Top grade	First grade
Viskositas (cPs) ≥	22000	18000	14000	32000	28000
Glukomanan (% w/ w) ≥	70	65	60	90	85
Sulfur dioksida (g/ kg) ≤	1,6	1,8	2,0	0,3	0,5
Total abu (% w/ w) ≤	4,5	4,5	5,0	3	3
Arsen (mg/ kg) ≤	3,0	3,0	3,0	0,04	0,04
Timah (mg/ kg) ≤	1,0	1,0	1,0	2	2
Warna	Putih, agak cokelat at			Putih	Putih
Kenampakan	Granula/ serpihan tidak menggumpal			Granula/ serpihan tidak menggumpal	

Sumber: (Liu, et al., 2002)

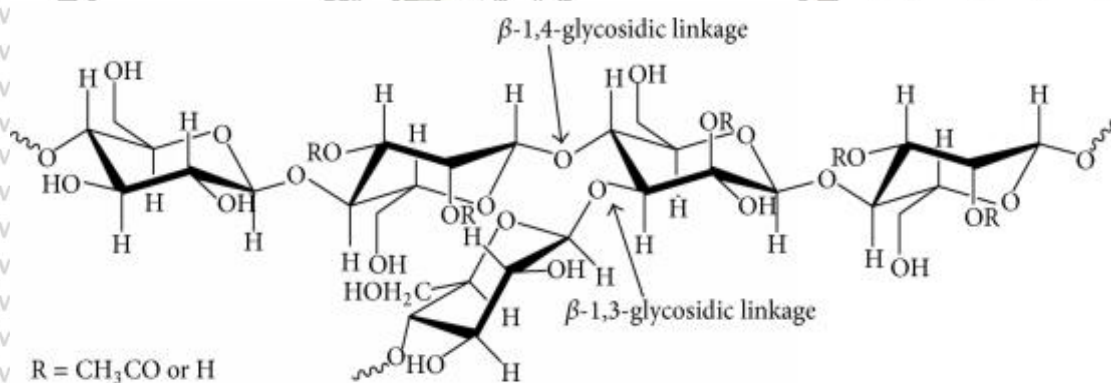
Pencucian tepung porang dapat menghasilkan beberapa tingkatan tepung porang seperti pada **Tabel 2.1**. Tepung porang dapat diekstrak selebihnya dengan beberapa metode. Ada metode fisik yaitu dengan menepungkan porang dengan alat seperti *ball mill* atau dengan maserasi atau dengan ekstraksi kimia dengan

etanol 96% (Mustafa dan Widjanarko, 2014). Ekstraksi ini menghasilkan tepung dengan kadar glukomanan yang cukup tinggi sehingga sering disebut sebagai tepung glukomanan.

2.2 Glukomanan

Glukomanan merupakan salah satu dari banyak polisakarida yang dapat berfungsi sebagai larutan hidrokoloid. Larutan ini dapat bersifat dan menjadi bahan pengental (*gelling agent*) serta bahan pengental (*thickening agent*) pada suatu produk (Widjanarko, 2019). Ketika berada di dalam air, glukomanan dapat larut dengan mudah yang kemudian membentuk gel yang kental dan menghasilkan nilai viskositas yang tinggi. Sifat glukomanan yang membentuk viskositas berhubungan dengan deasetilasi atau dengan melarutkan glukomanan pada pH yang relatif tinggi atau basa (Faridah, 2016).

Sumber glukomanan dapat ditemukan pada umbi porang atau biasa disebut sebagai *Konjac Glucomannan* (KGM). KGM merupakan salah satu polisakarida yang memiliki jenis sama dan terkenal dengan berat molekulnya yang tinggi yaitu 10^5 hingga 10^6 (Jin, et al., 2014). Struktur KGM mempunyai ikatan yang menghubungkan D-manosa dan D-glukosa yaitu ikatan yang terletak di β -1,4. Selain ikatan tersebut, terdapat pula percabangan yang berada di manosa rantai karbon ke-3 atau dengan adanya ikatan β -1,3. Dua sakarida ini merupakan komposisi utama dari glukomanan dengan rasio sebesar 1,6 untuk manosa dan 1 untuk glukosa (Da Silva, et al., 2020).



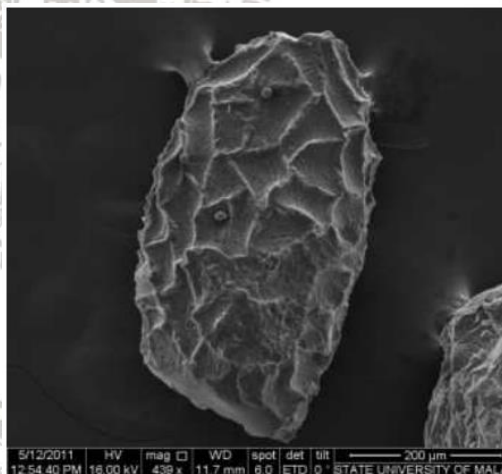
Gambar 2.2 Struktur Kimia Glukomanan

Sumber: (Lee, et al., 2014)

Adanya gugus asetil pada struktur kimia GKM dapat menyebabkan terjadinya hambatan pada proses penyerapan air atau mengurangi kemampuan

glukomanan untuk larut dalam air (Estiasih, et al., 2017). Perlu dilakukan deasetilasi atau pemutusan rantai gugus asetil untuk memaksimalkan penyerapan air pada glukomanan. Gugus asetil ini ada pada glukomanan dengan kisaran 1 gugus per 9 unit gula hingga 1 per 20 gugus gula (Long, et al., 2019). Pada umumnya sifat glukomanan dapat melakukan penyerapan air sebanyak 100 gram dengan jumlah glukomanan 1 gram atau 100 kali lipat beratnya. Adanya sifatnya tersebut, glukomanan dapat menghasilkan viskositas yang tinggi, yaitu mencapai 30.000 cPs pada konsentrasi 1%.

Glukomanan dapat diekstrak dengan beberapa metode dan dibagi menjadi dua kategori yaitu metode kering atau fisik dan metode basah atau kimia. Metode fisik dilakukan dengan penggilingan menggunakan alat seperti *ball mill* atau dengan *disc mill*, dan dilakukan pembersihan dengan *wind-shifting* (Mawarni, 2014). Metode kimia dilakukan dengan pelarut seperti propanol, metanol, Pb-asetat atau dengan perlakuan hidrolisis dengan enzim yang dapat menghidrolisis pati (Aryanti dan Abidin 2015). Ekstraksi glukomanan tersebut dapat menghilangkan kalsium oksalat yang menyebabkan rasa gatal, iritasi kulit, pengkristalan pada ginjal dan beberapa penyakit lainnya. Salah satu contoh glukomanan yang telah diekstrak terdapat dalam **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3. Glukomanan Hasil Ekstraksi Maserasi dan *Leaching*

Sumber: (Faridah, 2013)

Kemampuan glukomanan pada pembentukan sifat viskositas dipengaruhi oleh beberapa hal. Pertama, viskositas dapat dipengaruhi oleh metode yang digunakan untuk mengekstrak glukomanan. Jin, et al., (2014) menyatakan ekstraksi glukomanan dengan metode kimia menggunakan etanol dapat meningkatkan sifat glukomanan dalam hal viskositas. Faktor lain dalam pembentukan viskositas oleh glukomanan yaitu adanya pengotor dalam tepung.

Hal ini disebabkan pengotor akan menghalangi bagian hidroksi untuk mengikat air dan membentuk viskositas tertentu. Seperti halnya kemurnian tepung glukomanan berbanding secara lurus dengan viskositas (Widjanarko, et al., 2011a).

Tepung porang yang telah dimurnikan masih memungkinkan terdapat zat selain glukomanan, atau pengotor seperti beta karoten. Wootton dalam Wardhani, et al., (2019) menyatakan adanya beta karoten dapat menyebabkan warna tepung menjadi lebih coklat. Hal ini disebabkan beta karoten dapat mengalami oksidasi terutama ketika proses pengolahan. Selain beta karoten terjadi reaksi pencoklatan secara enzimatis yang melibatkan enzim *polyphenol oksidase* dan senyawa polifenol seperti tanin (Zhao, et al., 2010). Beberapa zat tersebut menyebabkan warna coklat yang ada di dalam tepung porang sesudah mengalami purifikasi. Mekanisme pencoklatan enzimatis pada *polyphenol oksidase* terjadi akibat adanya monofenolase. Adanya enzim ini dapat menyebabkan reaksi katalis hidroksilasi monofenol yang dapat memproduksi *o*-difenol dan menjadi *o*-kuinon. Adanya *o*-kuinon ini akan menimbulkan reaksi dengan fenol sehingga terjadi polimerisasi membentuk melanin yang menyebabkan warna coklat pada tepung (Murniati, et al., 2014).

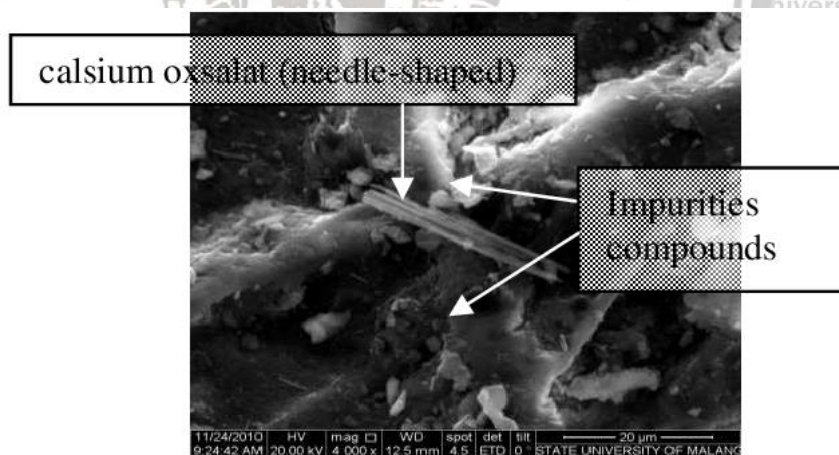
2.3 Ekstraksi Glukomanan

Ekstraksi merupakan proses untuk mendapatkan suatu komponen tertentu pada bahan dengan memisahkannya dengan bahan lain menggunakan pelarut yang sesuai dengan komponen yang diekstrak (Fajarullah, et al., 2014). Komponen tertentu yang ingin diekstrak yaitu glukomanan dan dipisahkan dari bahan lain dalam tepung porang. Glukomanan dalam tepung porang dipisahkan dari zat pengotor berupa oksalat yang dapat memicu adanya rasa gatal dan menyebabkan iritasi pada kulit (Sitompul, et al., 2018). Pada ekstraksi ini zat pelarut yang digunakan untuk mendapatkan glukomanan berupa etanol teknis 96%. Penggunaan pelarut etanol ini berdasarkan beberapa penelitian yang menyebutkan ekstraksi menggunakan etanol dapat menghasilkan ekstrak berupa glukomanan dengan jumlah yang tinggi (Kurniawati dan Widjanarko, 2010; Aryanti dan Abidin 2015; Setiawati, et al., 2017).

Ekstraksi dapat dilakukan dengan bahan kimia ataupun dengan perlakuan fisik pada *chips* porang. Beberapa metode fisik yang biasa digunakan yaitu dengan penggilingan menggunakan alat seperti *ball mill*, *disc mill*, dan dilakukan *wind-sifting*. Adapun metode lain yang dapat digunakan pada umumnya untuk

mengekstrak glukomanan yaitu metode kimia yang menggunakan pelarut seperti timbal asetat, propanol/ etanol, atau dengan salah satu jenis enzim yang dapat menghidrolisis pati (Aryanti dan Abidin 2015). Beberapa pelarut tersebut salah satu yang sering digunakan yakni etanol karena termasuk mempunyai kepolaran yang sangat tinggi. Sifat kepolarannya ini dapat melarutkan berbagai macam senyawa pengotor atau senyawa kecuali glukomanan yang terdapat di tepung porang (Widjanarko, et al., 2011b).

Proses ekstraksi glukomanan dengan etanol bisa disebut sebagai ekstraksi *leaching*. Mekanisme *leaching* dilakukan dengan melarutkan komponen yang berada pada luar bagian granula glukomanan yang berpindah ke cairan etanol sehingga didapatkan glukomanan yang bersih (Kurniawati dan Widjanarko, 2010). Beberapa komponen yang menempel pada granula membutuhkan konsentrasi etanol yang tinggi dan beberapa komponen dapat dilarutkan pada etanol dengan konsentrasi yang rendah, hal ini berdasarkan pada sifat komponen yang akan dilarutkan. Salah satu komponen pengotor yaitu kalsium oksalat dan beberapa protein, dapat dilihat pada **Gambar 2.4.** komponen lain yang dapat dilarutkan dengan etanol meliputi karbohidrat, lemak dan resin (Faridah, 2016).



4000x magnification, wide field of observation of 20 µm

Gambar 2.4. Glukomanan dan Beberapa Zat Pengotor

Sumber: (Faridah, 2016)

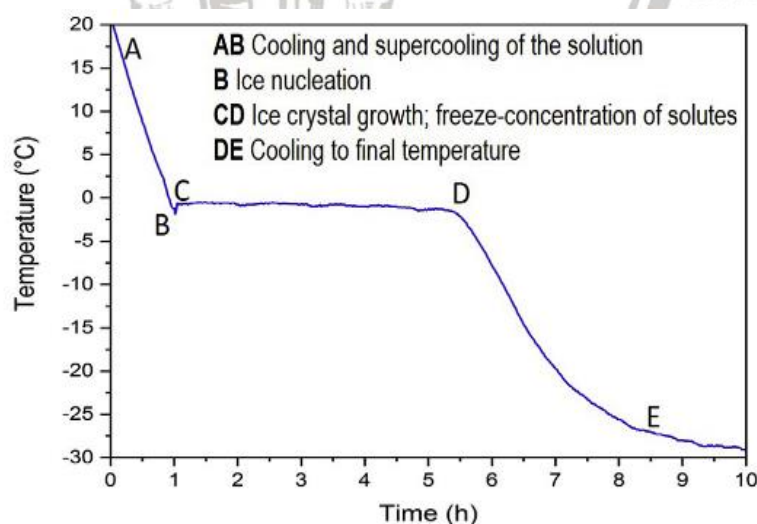
Proses *leaching* pada ekstraksi glukomanan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal. Beberapa diantaranya yaitu ukuran partikel tepung porang, kondisi hidrasi, konsentrasi dan jumlah pelarut (Yanuriati, et al., 2017; Ramadhan, 2010). Ukuran partikel tepung yang lebih kecil akan menyediakan luas permukaan yang lebih tinggi sehingga kontak pelarut dengan granula glukomanan akan lebih besar.

Kondisi hidrasi yang dimaksud yaitu terjadinya ekspansi molekul glukomanan karena air yang mana akan memudahkan gugus asetil lebih mudah terlepas atau dilarutkan. Begitu pula pada pengotor yang lebih “tertancap” pada granula glukomanan saat kondisi kering (Yanuriati, et al., 2017b). Konsentrasi dan jumlah pelarut yang semakin tinggi akan melarutkan pengotor lebih banyak sehingga akan mengekstrak glukomanan yang lebih banyak.

2.4 Pembekuan (*Freezing*)

Pembekuan merupakan salah satu fenomena yang dapat mengubah bentuk zat cair menjadi zat padat. Proses ini terjadi dengan adanya perubahan suhu yang dapat mengubah air pada suatu cairan menjadi kristal es (Meziani, et al., 2011). Proses pembekuan dapat dibagi menjadi dua berdasarkan pada *freezing rate*-nya, yaitu pembekuan secara cepat (*quick/fast freezing*) dan pembekuan secara lambat (*slow freezing*). Pembekuan yang dilakukan secara cepat dapat menciptakan kristal es yang kecil dan relatif homogen dalam ukurannya. Sebaliknya, pembekuan lambat menimbulkan kristal es yang besar (Gong, et al., 2020).

Secara garis besar, terjadinya pembekuan menjadi es melewati beberapa tahapan yang dapat divisualisasikan pada **Gambar 2.5**. Tahapan yang pertama yaitu fase *pre-cooling* atau *chilling* yaitu pendinginan hingga titik beku. Urutan kedua, fase transisi yaitu perubahan dari fasa cair menjadi fasa padat, dan terakhir fase *tempering* yaitu fase yang mendinginkan atau mempertahankan suhu beku pada suatu bahan sesuai dengan suhu penyimpanan (Kiani, et al., 2011).



Gambar 2.5. Tahapan Proses Pembekuan

Sumber: (Minatovicz, 2020).

Proses pembekuan secara fisik melewati tahapan nukleasi dan pertumbuhan kristal. Nukleasi merupakan suatu proses pembentukan titik awal sebuah kristal akan terbentuk dan menyebabkan pelepasan suhu laten sehingga terjadi kenaikan suhu hingga menyentuh suhu pada titik beku (Kiani, et al., 2011).

Proses nukleasi ini terjadi pada titik B – C pada **Gambar 2.5** dan terjadi pada suhu di bawah 0°C. Pada titik A – B terjadi penurunan suhu hingga mencapai suhu titik beku bahan dan terjadi supersaturasi air karena perubahan suhu tersebut. Pada titik C – D terjadi pembekuan secara berkelanjutan terhadap titik awal pembekuan. Terjadi penurunan suhu lebih lanjut hingga mencapai suhu pada freezer yaitu pada titik D – E setelah semua air pada bahan menjadi kristal es (Meghwal dan Goyal, 2016).

Proses pembekuan secara umum disebutkan mempunyai fungsi sebagai upaya untuk mengawetkan suatu bahan, baik pangan maupun non pangan. Pengawetan ini terjadi dengan adanya penurunan aktivitas air bebas pada bahan tersebut karena membeku. Banyaknya air yang dapat dibekukan ini tergantung pada suhu pembekuan dan komposisi suatu produk (Dalvi-Isfahan, et al., 2019). Hal ini berhubungan dengan adanya proses pengkristalan pada air, ketika suhu yang digunakan lebih rendah maka komposisi air yang dibekukan akan lebih banyak. Sedangkan pada komposisi produk, air yang dibekukan akan lebih banyak ketika mengandung kadar air yang lebih tinggi. Selain sebagai upaya pengawetan, Setyoprato, et al., (2003) menyatakan kristalisasi pun bisa dipakai sebagai satu dari berbagai upaya untuk memurnikan suatu larutan. Proses pemurnian dengan kristalisasi ini masuk dalam kategori suatu proses pemisahan yang dinilai efisien. Pembentukan pada kristalisasi ini harus melewati nukleasi yang dipengaruhi oleh *freezing rate*.

Freezing rate merupakan banyaknya waktu suatu zat yang ditempuh untuk mencapai suhu pembekuan, atau bisa dikatakan sebagai rasio suhu sebelum dan sesudah membeku dengan waktu pembekuan atau dengan satuan °C/min (Bulut, et al., 2018). *Freezing rate* rendah terdapat pada proses pembekuan yang lama atau *slow freezing*. Ketika *freezing rate* rendah, maka akan dibentuk kristal yang besar dan memicu dehidrasi dari sebuah matriks. Terjadinya dehidrasi ini karena terdapat waktu yang cukup panjang untuk air melakukan migrasi ke luar sel. Sebaliknya *freezing rate* yang tinggi terjadi pada *fast freezing* dapat mencegah adanya migrasi air dengan kristal yang kecil dengan jumlah yang banyak (Meziani, et al., 2011). Selain terjadi dehidrasi, ketika pembekuan juga akan terjadi

perpindahan masa. Beberapa kondisi tertentu, dapat menyebabkan sel rusak akibat pertumbuhan dari kristal es bahkan dapat menyebabkan rusaknya protein pada suatu larutan (Dalvi-Isfahan, et al., 2019).

Kerusakan komponen bahan selama pembekuan dipicu oleh adanya kristal yang besar. Kristal es memiliki volume yang lebih besar dibandingkan dengan air sehingga menyebabkan matriks suatu jaringan rusak. Meziani, et al. (2011) menyatakan pembekuan pada larutan gel menyebabkan kekuatan gelnya menurun dan terjadi dehidrasi, namun tidak menyebabkan banyak kerusakan dengan adanya penambahan glukomanan (Dalvi-Isfahan, et al., 2017). Selain pada matriks, pembekuan dapat merusak ikatan pada pati, terjadi denaturasi protein dan kerusakan pada lemak karena stabilitasnya menurun (VanderWeide, et al., 2020; Minatovicz, et al., 2020; Gong, et al., 2020; Lai, 2021).

2.5 Pencairan (*Thawing*)

Thawing atau dapat diartikan sebagai pencairan kembali merupakan proses kebalikan dari pembekuan yaitu untuk mencairkan kembali air yang telah menjadi kristal es. Pencairan kembali secara konvensional dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu pencairan menggunakan udara, air ataupun secara vakum (Qiu, et al., 2020). *Thawing* menggunakan udara merupakan salah satu cara yang paling sederhana dan tidak memerlukan biaya karena hanya memanfaatkan suhu ruangan yang dipakai proses. *Thawing* menggunakan air yang dimaksud yaitu mencairkan bahan beku dengan air hangat, namun dengan demikian suhu akan menurun dengan cepat dan pencairan segera selesai (Sari, 2019). *Thawing* secara vakum atau dengan tekanan tinggi akan mempengaruhi panas laten dan suhu yang terlibat saat proses. (Cai, et al., 2019) menyatakan adanya penurunan suhu ketika perubahan fasa, sehingga dapat diketahui *thawing* secara vakum dapat mempercepat perubahan fasa padat menjadi cair.

Proses *thawing* dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti jenis bahan, perpindahan suhu atau suhu lingkungan dan perlakuan ketika *thawing* (Lai, et al., 2021; He et al., 2014). Jenis bahan yang berbeda mempunyai panas atau kalor laten yang berbeda sehingga proses *thawing* yang terjadi akan berbeda pula. Perpindahan suhu yang terjadi ketika proses *thawing* bersangkutan dengan perbedaan suhu bahan dan lingkungan, hal ini berpengaruh pada cepat atau lambatnya bahan mencair. Perlakuan ketika proses *thawing* yang sering kali melibatkan energi di dalamnya akan mempercepat proses *thawing*. He, et al. (2014) menyatakan bahwa proses *thawing* dengan perlakuan menaikkan nilai

kalor menghasilkan proses *thawing* yang lebih cepat dan dapat meminimalisir biaya operasional.

Proses pembekuan mempengaruhi pembentukan kristal es dengan volume 9% lebih besar. Ketika *thawing* kristal es tersebut akan berubah menjadi air dan volumenya kembali seperti sebelum dibekukan. Hal inilah yang perlu dipertimbangkan ketika *thawing* karena dapat merusak jaringan atau sel di dalam bahan yang dibekukan. Nadulski, et al. (2016) menyatakan bahwa perlakuan *freeze-thaw* dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi dan kadar antioksidan hasil ekstraksi. Efisiensi ekstraksi terjadi karena kerusakan jaringan akibat munculnya kristal es yang besar selama *slow freezing*. Setelah *pre-treatment freezing*, penambahan perlakuan ketika *thawing* seperti penggilingan dapat meningkatkan hasil ekstraksi serta meminimalisir penggunaan pelarut (Nadulski, et al., 2015; Zhang, et al., 2014). *Thawing* yang terjadi pada larutan glukomanan akan memudahkan pelepasan zat yang mengelilingi glukomanan, seperti lemak, protein, pati dan kalsium oksalat. Hal ini terjadi karena zat tersebut mengalami degradasi atau pun kerusakan yang menyebabkan stabilitasnya menurun (VanderWeide, et al., 2020; Minatovicz, et al., 2020; Gong, et al., 2020; Lai, 2021).

2.6 Viskositas

Viskositas merupakan sifat suatu cairan yang mewakili nilai kekentalan cairan tersebut. Nilai suatu viskositas timbul dengan adanya hambatan pada cairan tersebut untuk mengalir. Misalnya saja sirup gula yang mengalir lebih lambat daripada air, memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi daripada air (Raymond, 2005). Gambaran lain yang dapat menjelaskan mengenai viskositas yaitu perumpamaan suatu cairan yang mengalir lebih lambat merupakan cairan yang mempunyai nilai viskositas yang lebih tinggi. Cairan yang memiliki viskositas yang tinggi biasanya dapat ditemukan pada polisakarida yang dapat membentuk hidrokoloid. Hidrokoloid dapat membentuk viskositas yang tinggi dengan adanya matriks yang memerangkap air (Rahman, 2018).

Viskositas suatu hidrokoloid dapat menurun dengan adanya pH yang rendah, suhu yang tinggi dan perlakuan mekanis ataupun penyimpanan dalam jangka yang panjang. Beberapa masalah ini akan menyebabkan menurunnya gugus O-H bebas yang mempunyai tugas untuk mengikat air. Selain itu, matriks suatu gel juga akan rusak dengan adanya suhu tinggi dan perlakuan mekanis. Salah satu gel yang dapat membentuk viskositas yang tinggi yaitu glukomanan. Viskositas merupakan salah satu parameter kualitas tepung glukomanan. Hal ini disebabkan

karena viskositas dapat menggambarkan kemurnian tepung glukomanan. Adanya komponen selain glukomanan akan menyebabkan adanya hambatan pada penyerapan air. Penyerapan air yang minimalis akan menurunkan nilai viskositas dari cairan tersebut (Gardjito, et al., 2018).

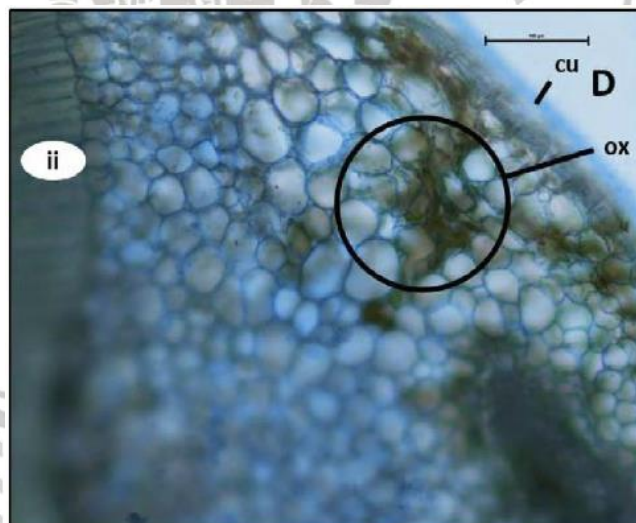
2.7 Derajat putih

Derajat putih merupakan salah satu hasil dari pengukuran warna suatu zat.

Derajat putih didapatkan dengan adanya kemampuan bahan tertentu untuk memantulkan cahaya yang ditembakkan oleh suatu alat guna pengukurannya.

Adanya nilai derajat putih ini sebagai salah satu parameter kualitas bahan yang mewakili warna dengan cara pengukuran yang objektif. Derajat putih merupakan parameter yang penting bagi bahan tertentu karena merupakan suatu daya paku tersendiri bagi calon pengguna untuk memilih bahan tersebut (Rahman, 2018).

Salah satu bahan yang menjadikan derajat putih sebagai parameter utama yaitu tepung. Misalnya pada tepung umbi secara umum dapat dipengaruhi oleh perbedaan tipe tanah ketika penanaman, nutrisi yang didapatkan ketika tumbuh, waktu pemanenan, dan varietas umbi dan salah satu faktor yang menonjol yaitu adanya zat pengotor pada suatu bahan (Estiasih, et al., 2017).



Gambar 2.6 Pencoklatan enzimatis akibat fenol

Sumber: (VanderWeide, et al., 2020)

Pada tepung glukomanan zat pengotor seperti sisa kulit, pati dan kalsium oksalat dapat menurunkan derajat putih tepung glukomanan (Fernida, 2009). Hal ini terjadi karena pati yang belum hilang ketika proses akan mengalami pencoklatan selama proses, seperti panas dan adanya oksigen. Pati dapat

terdegradasi menjadi sakarida yang dapat menyebabkan reaksi *Maillard* dengan adanya protein pada tepung glukomanan. Selain itu, Zhao, et al. (2010) menyatakan pada tepung porang dengan kemurnian rendah juga mengandung enzim pelifenol oksidase dan tanin yang dapat memicu adanya reaksi pencoklatan secara enzimatis. Salah satu contoh pencoklatan yang terjadi akibat tanin terdapat pada **Gambar 2.6**.

2.8 Hipotesis

Ekstraksi glukomanan dari TPM dengan faktor rasio etanol berbanding larutan TPM beku dan konsentrasi TPM diduga berpengaruh terhadap derajat putih dan viskositas tepung glukomanan.



III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan, Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan, Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, dan Pilot Plant Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari 2020 hingga bulan Desember 2020.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang akan digunakan dalam penelitian pada tahap pembuatan tepung glukomanan yaitu pencatat waktu, timbangan analitik, gelas ukur 250 ml, erlenmeyer 500 ml, *magnetic stirrer*, penyaring kawat 150 mesh dan 80 mesh, solet/ spatula plastik, loyang, *freezer*, alu batu, sendok, spatula, gelas *beaker* 600ml, *blender* merek Panasonic, penyaring kain, penyaring plastik, *fluidized bed dryer* (model buatan Pilot Plant, UB), mortar dan alu. Pada analisis alat yang digunakan meliputi timbangan analitik, erlenmeyer 50 ml, *magnetic stirrer*, viskometer merek NDJ 1 (model buatan China) dengan spindel nomor 4 dan kecepatan 12 rpm, dan *color reader*.

3.2.2. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tepung porang empat kali poles atau bisa disebut tepung porang murni (TPM) yang diperoleh dari tempat produksi porang dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia di *Pilot Plant* Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Bahan lainnya meliputi aquades dan etanol teknis 96% dari CV. Makmur Sejati.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Randomized Factorial Block Design* atau biasa disebut dengan Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Penelitian ini akan mengkombinasikan dua faktor berupa konsentrasi TPM dengan rasio antara etanol dan larutan TPM beku sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil yang optimum proses ekstraksi glukomanan. Konsentrasi TPM merupakan konsentrasi dari larutan tepung porang murni yang akan dibekukan, sedangkan larutan TPM beku ialah larutan tepung porang murni yang telah dibekukan. Pada penelitian ini faktor yang digunakan yaitu A= konsentrasi tepung porang murni (TPM) dan faktor B= rasio antara volume etanol: berat larutan TPM beku. Faktor

A memiliki 2 level yaitu 1% dan 1,5% dan faktor B juga memiliki 2 level yaitu 1: 3 dan 1: 4. Pada penelitian ini respon yang akan diamati yaitu respon Y1= viskositas dan respon Y2= derajat putih. Penelitian utama dilakukan dengan 5 ulangan sehingga menghasilkan 20 perlakuan. Rancangan penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok dapat dilihat pada **Tabel 3.1**

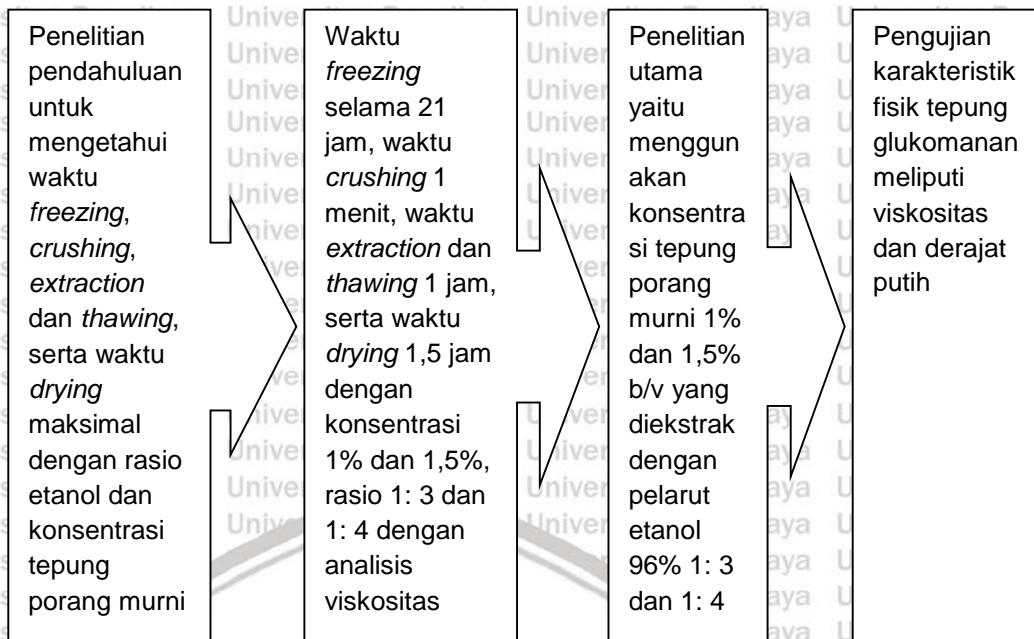
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Konsentrasi TPM (%)	Rasio etanol berbanding larutan TPM beku	Ulangan				
		1	2	3	4	5
1	1: 4	1* 1: 4	1* 1: 4	1* 1: 4	1* 1: 4	1* 1: 4
	1: 3	1* 1: 3	1* 1: 3	1* 1: 3	1* 1: 3	1* 1: 3
1,5	1: 4	1,5* 1: 4	1,5* 1: 4	1,5* 1: 4	1,5* 1: 4	1,5* 1: 4
	1: 3	1,5*1: 3	1,5*1: 3	1,5*1: 3	1,5*1: 3	1,5*1: 3

Keterangan: * kombinasi

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua tahapan pelaksanaan penelitian, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Pada penelitian pendahuluan bertujuan untuk memperoleh data waktu proses untuk mengolah tepung porang hingga menjadi tepung glukomanan untuk melakukan penelitian utama. Penelitian utama dilakukan sesuai dengan rancangan desain dan diagram alir dengan ketentuan yang telah ditetapkan pada penelitian pendahuluan. Secara garis besar, penelitian pada skripsi ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Tahap Penelitian

3.4.1. Penelitian Pendahuluan

Pelaksanaan penelitian pendahuluan dimaksudkan untuk memperoleh waktu pembekuan (*freezing*), waktu peremukan (*crushing*), waktu ekstraksi dan *thawing* serta waktu pengeringan (*drying*). Selain waktu tersebut, pada penelitian pendahuluan juga ditujukan untuk mencari nilai rasio etanol dan konsentrasi tepung porang murni (TPM) yang tepat. Penelitian ini menggunakan bahan baku tepung porang yang didapatkan dari *pilot plant* FTP, UB. Tepung porang dilarutkan dalam air kemudian disaring dan dibekukan. Waktu pembekuan diukur dan dilihat beberapa jam hingga gel membeku. Waktu peremukan ditentukan sehingga larutan TPM beku tidak menggumpal dan dapat kontak dengan etanol. Penentuan waktu pengeringan dilakukan dengan mencatat waktu yang diperlukan sehingga glukomanan benar-benar kering. Penentuan rasio etanol dan konsentrasi berdasarkan viskositas yang maksimal.

3.4.2. Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan dengan rancangan berdasarkan pada rancangan acak kelompok yang dapat dilihat pada **Tabel 3.1**. Penelitian ini menggunakan lima kali ulangan sehingga didapatkan 20 kali *running* dengan rangkaian penelitian yang telah ditentukan oleh penulis berdasarkan penelitian pendahuluan menjadi seperti di **Gambar 3.2**. Tepung glukomanan setelah

diekstraksi akan dianalisa viskositas berdasarkan metode yang dilakukan oleh (Peiying, et al., 2002) yang telah dimodifikasi oleh penulis seperti pada **Gambar**

3.3 dan derajat putih dengan metode perhitungan oleh Koswara (2013). Data akan diolah dengan *software* Minitab 19.

3.5 Pengamatan dan Analisis Data

3.5.1. Karakterisasi

Bahan baku dan hasil optimum akan dianalisis karakteristiknya, meliputi:

1. Analisis derajat putih (Koswara, 2013)
2. Analisis viskositas (Peiying, et al., 2002)
3. Analisis kadar glukomanan (Chua, et al., 2012).

Cara pengukuran analisis tersebut dapat dilihat pada **Lampiran 1** (halaman 43).

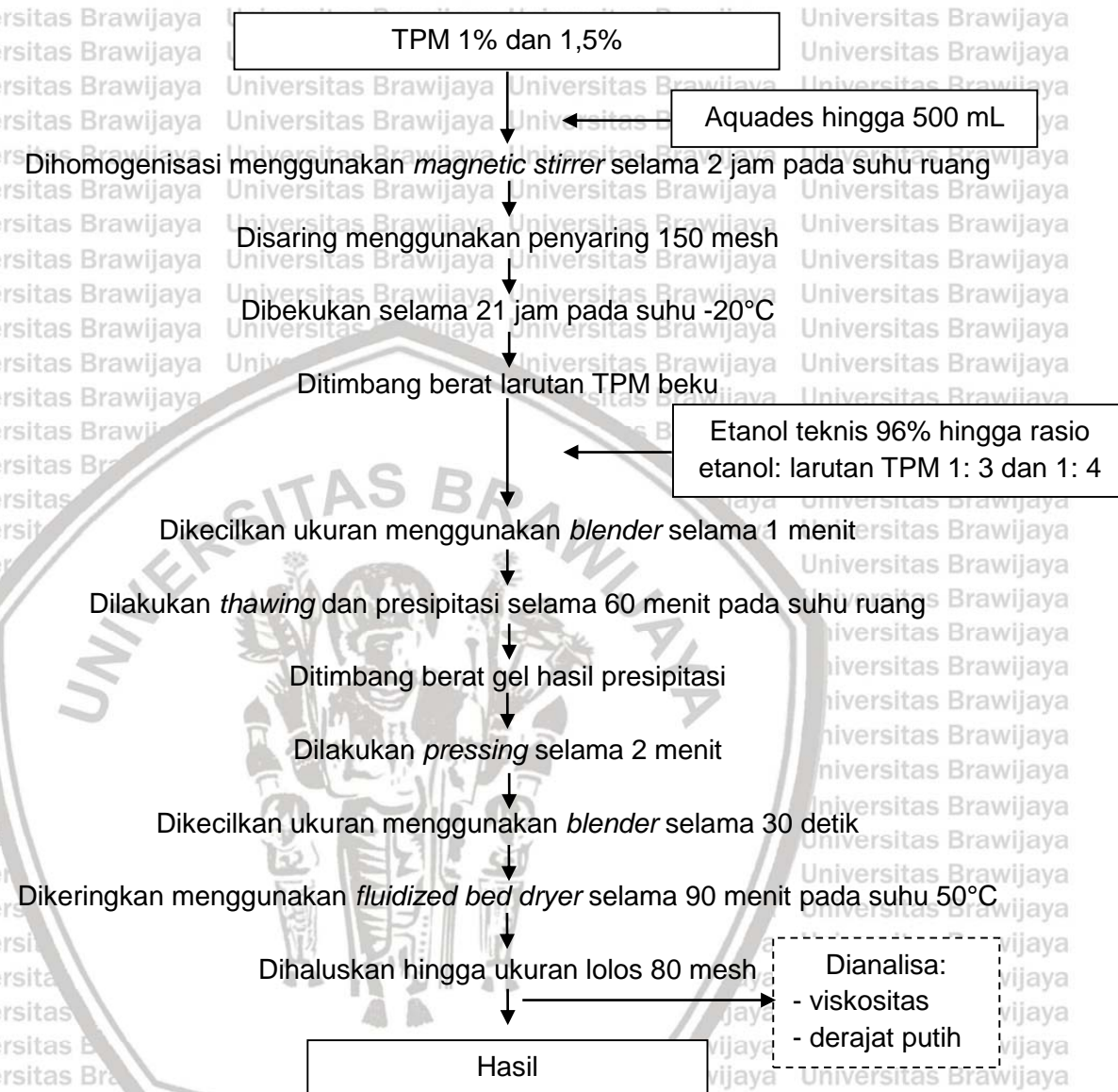
3.5.2. Perancangan dan analisis data

Bahan baku berupa tepung porang akan diekstrak untuk memperoleh glukomanan dengan 20 perlakuan. Ekstrak glukomanan kemudian dianalisis viskositas dan derajat putihnya. Data hasil analisis kemudian diinput pada aplikasi Minitab 19 menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok sehingga diperoleh signifikansi respon yang dipengaruhi faktor dan keterkaitan antar faktor yang digunakan dalam penelitian.

Analisis data dengan minitab ini dilakukan dengan metode rancangan acak kelompok yang mana setelah ditemukan ANOVA atau analisis ragam, faktor yang berpengaruh signifikan akan diuji lanjut. Faktor yang memiliki angka $P\text{-value} \leq 0,05$ adalah faktor yang berpengaruh signifikan dan diuji lanjut dengan metode BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk menentukan adanya perbedaan yang signifikan antar rerata masing-masing faktor.

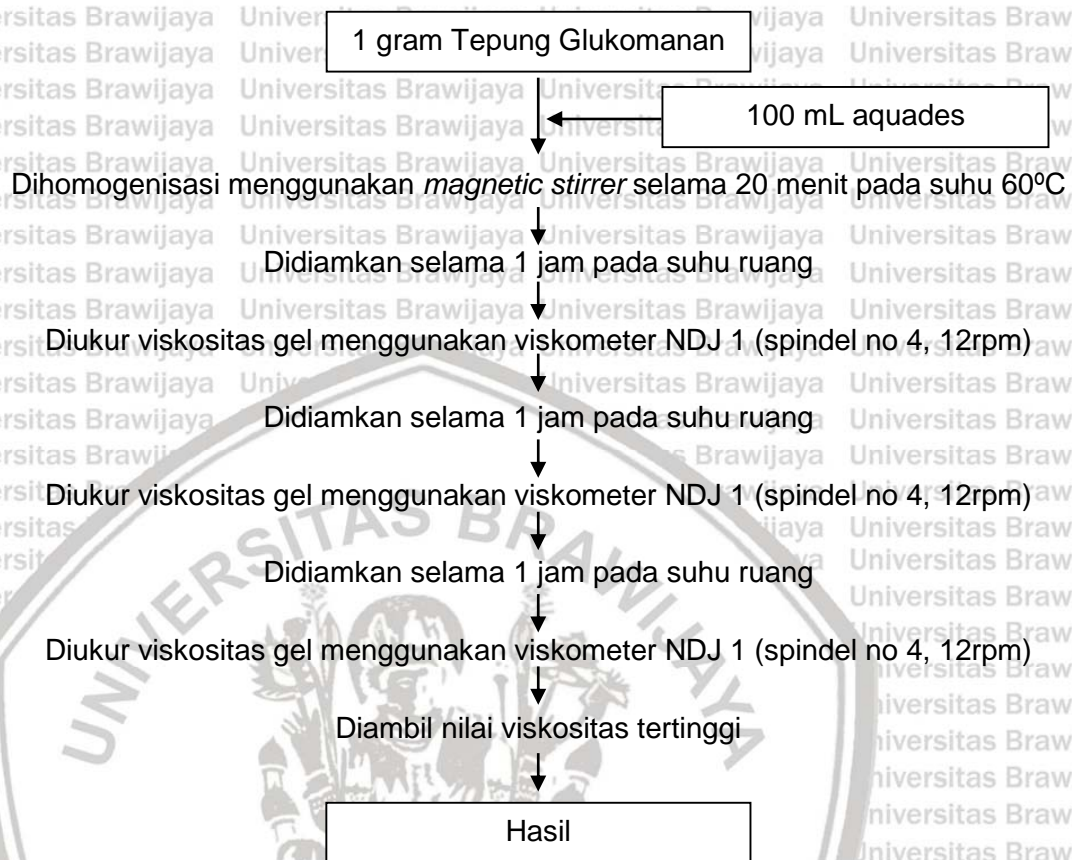
3.6 Diagram Alir

3.6.1. Diagram Alir Penelitian



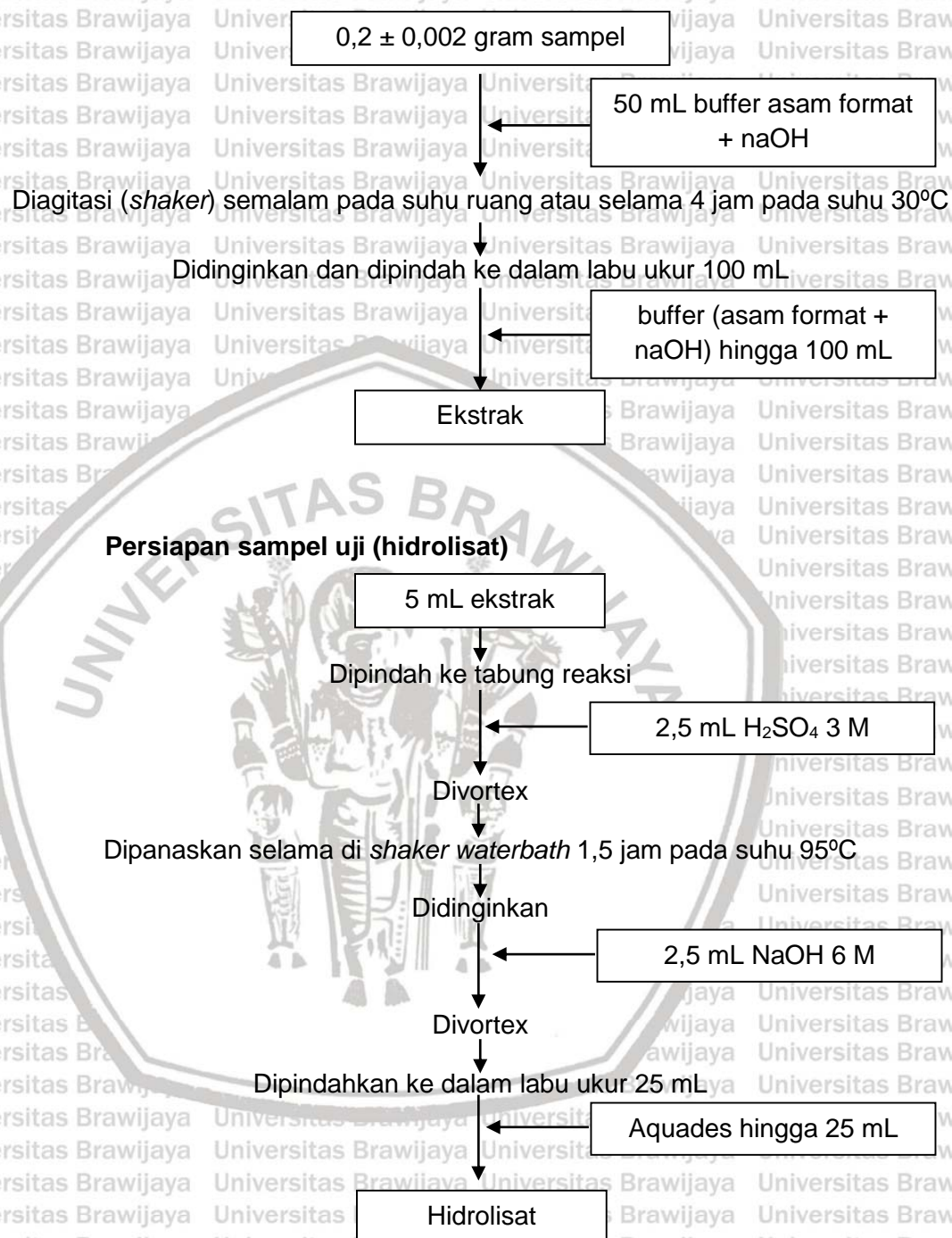
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

3.6.2. Diagram Alir Uji Viskositas Tepung Glukomanan

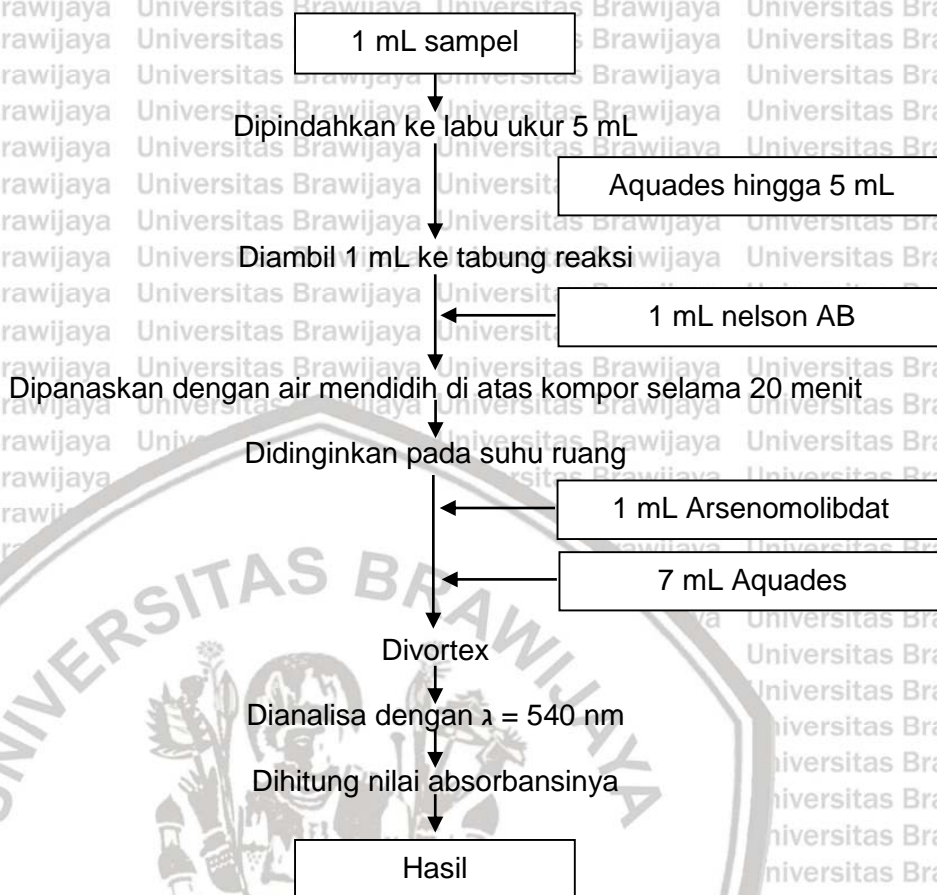


Gambar 3.3. Diagram Alir Uji Viskositas Tepung Glukomanan

3.6.3. Diagram Alir Uji Glukomanan Persiapan sampel uji (ekstrak)



Analisa ekstrak dan hidrolisat



Gambar 3.4. Diagram Alir Uji Glukomanan Tepung Glukomanan

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Bahan Baku

Bahan dasar penelitian ini yaitu tepung porang murni atau selanjutnya dapat disebut dengan TPM. TPM diproses dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan proses kering, mulai dari pengirisan hingga penepungan dengan *centrifugal grinder*. Karakteristik bahan dasar atau bahan baku dapat dilihat pada

Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Baku

Parameter	Satuan	Nilai	Literatur
Viskositas	cPs	7250 ± 500	4800*
Warna			
L	-	51,23	52,93**
a	-	+5,81	+5,96**
b	-	+16,3	+17,32**
Derajat putih	-	48,25 ± 0,42	49,49*
Kadar glukomanan*	%	53 ± 0,36	49,12**

Sumber :* (Mustafa dan Widjanarko, 2014)

** (Kurniawati dan Widjanarko, 2010)

Tabel 4.1 menunjukkan nilai viskositas 7250 cPs yang menandakan rendahnya nilai kekentalan larutan bahan baku. Viskositas adalah daya alir suatu cairan yang nilainya timbul karena adanya hambatan (Rahman, 2018). Semakin besar angka hambatannya maka hasil viskositas bahan tersebut semakin tinggi. Nilai viskositas pada hidrokoloid seperti glukomanan akan lebih tinggi ketika menyerap air lebih banyak. Nilai viskositas yang rendah tersebut dapat merepresentasikan adanya senyawa yang dapat menghambat kinerja glukomanan dalam membentuk matriks untuk memerangkap air (Herranz, et al., 2013).

Nilai warna bahan baku L, a, dan b dari bahan baku penelitian ini secara berurutan adalah 51,23; +5,81; 16,3. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dihitung derajat putih dan didapatkan nilai 48,25. Ketika suatu bahan memiliki nilai yang semakin dekat dengan angka 100 maka derajat putihnya semakin tinggi (Lisa, et al., 2015). Derajat putih bahan baku sedikit lebih rendah apabila dibandingkan dengan literatur. Hal tersebut dapat menggambarkan bahwa terdapat pengotor bahan baku yang sedikit lebih tinggi daripada literatur (Zhao, et al., 2010).

Bahan baku memiliki kadar glukomanan sebesar 53%. Rendahnya kadar glukomanan menandakan masih banyak zat pengotor pada TPM (Chua, et al.,

2012). Kadar glukomanan bahan baku menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan data pada jurnal lain, namun tidak terdapat perbedaan yang nyata. Perbedaan kadar glukomanan dipengaruhi oleh perbedaan jenis dan umur umbi, jenis pelarut atau ekstraksi bahkan metode yang digunakan dalam pengukurannya (Faridah, 2016).

Bahan baku termasuk pada *second grade* berdasarkan klasifikasi standar profesional (Liu, et al., 2002). Beberapa penyebab yang menjadikannya masuk dalam kelas ini adalah jenis umbi dan penanamannya, perlakuan saat mengolahnya menjadi TPM, dan adanya kulit porang pada TPM. Estiasih, et al., (2017) menjelaskan adanya perbedaan jenis dan waktu penanaman umbi menjadikan warna dan kandungan glukomanan berbeda. Umbi porang kuning mempunyai warna karoten relatif banyak yang berada pada kulitnya dan sedikit ditemukan pada jenis umbi putih. Penanaman yang berbeda dapat menyebabkan tanaman porang tidak maksimal dalam menghasilkan porang dengan kandungan glukomanan tinggi. Umbi porang baik ditanam dalam musim penghujan dan berada pada daerah yang tidak berair (Widjanarko, et al., 2019). Umbi porang diolah menjadi *chips* porang lalu dijadikan TPM. Saat penepungan TPM banyak mempengaruhi persentase glukomanan. Tepung yang memiliki luas permukaan lebih besar akan mudah larut dalam air dan glukomanan dapat diekstrak dengan mudah, serta dapat menghilangkan oksalat lebih banyak (Mawarni dan Widjanarko, 2014).

4.2 Penelitian Pendahuluan (Tahap Satu)

Penelitian ini menggunakan metode RAK untuk mengetahui pengaruh variabel yang mencakup konsentrasi tepung porang murni (TPM) serta rasio jumlah etanol dibanding berat larutan TPM beku. Variabel tersebut dipilih karena diketahui rasio etanol dan bahan yang akan diekstrak mempengaruhi jumlah glukomanan yang dihasilkan (Anissa, 2017; Pasaribu, et al., 2019; Hapsari, 2020), namun tidak diketahui pengaruh ekstraksi dengan metode *freeze-thaw*. Konsentrasi TPM dijadikan variabel untuk menentukan jumlah yang paling baik ketika diekstrak menggunakan metode *freeze-thaw*. Beberapa penelitian menyebutkan ekstraksi glukomanan dengan metode basah paling baik digunakan konsentrasi etanol 50%, 70% dan 96%. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut mengatakan jumlah glukomanan sebesar 81,72% menggunakan etanol teknis 96% (Anissa, 2017; Hapsari, 2020). Berdasarkan penelitian yang telah ada dan penelitian

pendahuluan yang telah dilaksanakan, maka digunakan variabel konsentrasi TPM dan rasio etanol terhadap larutan TPM beku. Berdasarkan hasil pencarian di publikasi jurnal dan tulisan ilmiah belum ada yang menggunakan metode *freeze-thaw* dengan hasil parameter berupa viskositas dan derajat putih.

Pada penelitian ini, sebelum glukomanan diekstrak dari TPM terdapat beberapa tahapan. Salah satu tahapan yaitu hidrasi TPM dengan *magnetic stirrer* 640 rpm selama 2 jam untuk membentuk gel yang kemudian akan dibekukan dan diekstrak. Hal ini bertujuan melarutkan TPM dan sekaligus menjadikan air sebagai media untuk membekukan ekstrak TPM. Ketentuan yang digunakan berdasarkan beberapa literatur seperti Chua, et al., (2012) yang juga memproses ini dengan *magnetic stirrer* kecepatan 640 rpm dan Widjanarko (2010) selama 2 jam dan dengan suhu ruang, yaitu berkisar 26°C. Gel yang telah dibekukan akan disaring dengan penyaring 150 mesh. Hal ini bertujuan agar adanya sisa yang tidak terlarut dalam air seperti kulit porang tidak turut serta dibekukan karena akan mengganggu proses pembekuan.

Waktu pembekuan didapatkan setelah penelitian pendahuluan. Pada jam ke-5 dan ke-6 belum terjadi pembekuan secara menyeluruh pada gel sehingga ditunggu pada keesokan hari, yaitu selama 18, 20 dan 21 jam. Pada waktu tersebut sudah terjadi pembekuan secara menyeluruh pada gel, namun beberapa waktu tidak efisien menimbang adanya proses *running* selanjutnya. Yanuriati, et al., (2017) menyebutkan semakin lama pembekuan maka semakin kompak suatu larutan, salah satunya yaitu larutan TPM beku. Selain dari literatur, penentuan dilakukan dengan rasionalisasi bahwa laboratorium dibuka pada jam kerja (jam 06.00 hingga 16.00 WIB) sehingga dipilih lah waktu 21 jam.

Es ditimbang dan diremukkan dengan penambahan etanol setelah dibekukan. Waktu peremukan diukur bersamaan waktu *thawing* dan presipitasi/ ekstraksi. Penentuan waktu peremukan (*crushing*) diharapkan hasil yang singkat dengan tujuan memudahkan kontak larutan TPM beku dengan etanol. Waktu *crushing* ditentukan selama 30 detik karena sudah meremukkan larutan TPM beku secara menyeluruh. Waktu ekstraksi atau presipitasi gel ditentukan dengan pertimbangan seluruh gel telah mencair dan terekstrak oleh etanol. Waktu *thawing* ditentukan selama 1 jam dengan hasil larutan TPM beku terekstrak keseluruhan dan mengalami penggumpalan. Larutan gel yang telah menggumpal kemudian diukur waktu pengeringan. Waktu pengeringan ditentukan dengan pertimbangan glukomanan telah mengering secara menyeluruh. Tepung glukomanan akan

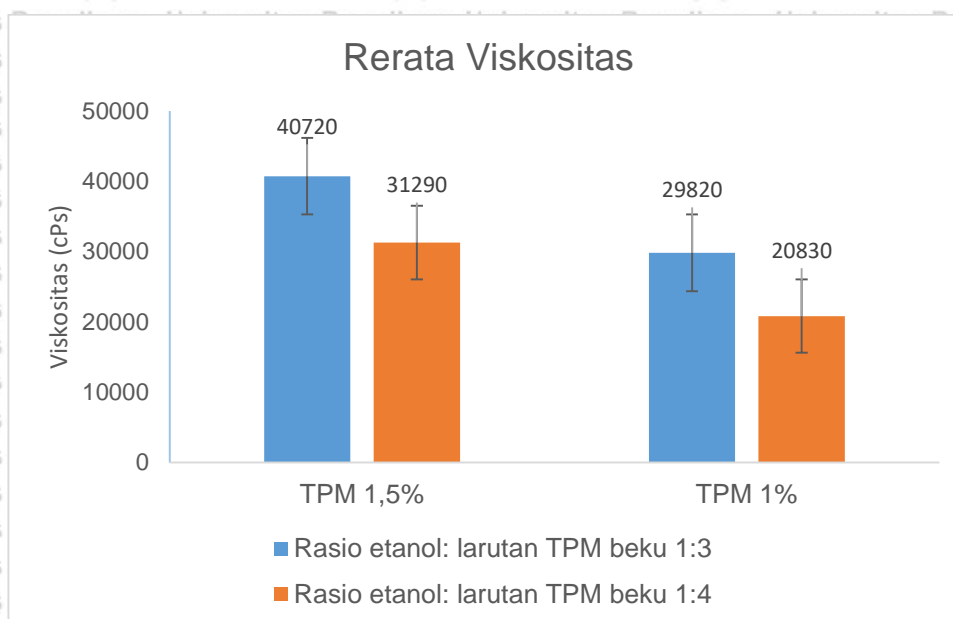
dihaluskan hingga lolos 80 mesh dengan pertimbangan ketika berbentuk bubuk, maka bahan tersebut akan lebih baik dalam memantulkan cahaya (Widjanarko, 2010). Hal ini bertujuan untuk menyeragamkan ukuran sehingga pengukuran viskositas dan derajat putih akan akurat.

Hasil penelitian pendahuluan pada **Lampiran 2** (Halaman 45) menunjukkan konsentrasi TPM 1% dan 1,5% menghasilkan respon yang diinginkan yaitu viskositas dan derajat putih yang tinggi. Berdasarkan penelitian pendahuluan, ditemukan pula konsentrasi TPM diatas 1,5% tidak dapat bercampur atau tidak dapat membentuk suspensi yang bagus. Hasil penelitian pendahuluan setara terhadap hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Fernida (2009) dan Distantina dan Prihani (2009) yang menggunakan konsentrasi 1% dan 1,5% untuk ekstraksi glukomanan dari TPM. Konsentrasi TPM yang digunakan juga berkaitan dengan jumlah glukomanan yang terkandung pada suspensi yang menjadikan viskositas lebih tinggi.

4.3 Penelitian Utama (Tahap Dua)

4.3.1 Analisis Konsentrasi Tepung Glukomanan dan Rasio Etanol dan Larutan TPM beku terhadap Viskositas

Viskositas merupakan parameter yang menggambarkan nilai kekentalan pada suatu bahan. Besarnya viskositas pada hidrokoloid, salah satunya glukomanan, menjadikannya bahan yang dimanfaatkan untuk menambah fungsional viskositas pada produk tertentu. Besar rerata viskositas yang dihasilkan penelitian ini yaitu 20830 – 40720 cPs (**Lampiran 3 Tabel 3.2**, Halaman 46). Hasil rerata viskositas dengan kombinasi perlakuan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1. Grafik Rerata Viskositas Glukomanan dengan Perlakuan Rasio Etanol berbanding Larutan TPM beku dan Konsentrasi Tepung Porang Murni (TPM)

Gambar 4.1 menunjukkan penurunan viskositas pada setiap perubahan konsentrasi TPM. Penurunan juga didukung oleh adanya penurunan rasio etanol terhadap larutan TPM beku. Nilai tertinggi viskositas dihasilkan dari perlakuan konsentrasi TPM 1,5% yang diekstrak rasio etanol berbanding larutan TPM beku 1: 3 dengan nilai 40720 cPs. Nilai terendah dihasilkan oleh perlakuan konsentrasi TPM 1% kombinasi rasio etanol berbanding larutan TPM beku 1: 4 dengan nilai 20830 cPs. Data dari nilai viskositas tersebut sebanding dengan nilai konsentrasi dan rasio etanol masing-masing perlakuan. Nilai viskositas akan semakin tinggi dengan adanya komposisi glukomanan yang tinggi. Kurniawati dan Widjanarko, (2010) menyatakan semakin tinggi rasio etanol terhadap tepung yang diekstrak maka semakin tinggi pula glukomanan yang dihasilkan.

Hasil ANOVA viskositas pengaruh konsentrasi dan rasio etanol berbanding larutan TPM beku pada Minitab 19 menampilkan *P-value* bernilai 0,000 yang dapat diartikan sangat signifikan. Pengaruh dari faktor konsentrasi TPM kombinasi rasio etanol terhadap larutan TPM beku tidak berpengaruh nyata. Hal ini berarti tidak ada interaksi antara rasio dan konsentrasi TPM yang dapat mempengaruhi viskositas (Tangkeallo dan Widyaningsih, 2014). Adanya perbedaan yang nyata pada analisis ragam mengarahkan data untuk diuji lanjut pada masing-masing faktor perlakuan. Hasil uji lanjut menggunakan Minitab 19 bisa dilihat dalam **Tabel 4.2** dan **Tabel 4.3**.

Tabel 4.2 Nilai Viskositas Glukomanan dengan Pengaruh Perlakuan Rasio Etanol berbanding Larutan TPM beku

Rasio Etanol berbanding Larutan TPM Beku	Viskositas (cPs)
1: 3	36005 ± 5994,43 ^a
1: 4	25325 ± 5815,82 ^b

Keterangan: 1) Tiap-tiap data hasil dari rerata 5 ulangan ± standar deviasi
2) Notasi berbeda membuktikan adanya beda nyata pada uji BNT ($\alpha=0,05$)

Rasio etanol berbanding larutan TPM beku dalam penelitian ini yaitu 1: 3 dan 1: 4 angka 1 mewakili etanol teknis 96%, angka 3 dan 4 mewakili besarnya berat larutan TPM beku. **Tabel 4.2** menunjukkan rasio 1: 3 menghasilkan rerata viskositas 36005 ± 5994,43 cPs sedangkan rasio 1: 4 menghasilkan rerata yang jauh lebih rendah 25325 ± 5815,82 cPs sehingga menghasilkan perbedaan yang nyata. Hal ini dapat diartikan bahwa rasio yang semakin kecil atau rendah maka akan menghasilkan tepung glukomanan yang lebih rendah pula. Distantina dan Prihani (2009) menyatakan rasio etanol yang lebih banyak akan menghasilkan ekstrak glukomanan yang tinggi pula. Pernyataan tersebut berdasarkan mekanisme *leaching* saat ekstraksi glukomanan. Ketika rasio etanol berbanding larutan TPM beku lebih kecil, maka etanol yang digunakan akan lebih minim jangkauannya dalam melarutkan pengotor dalam larutan TPM beku. Mekanisme *leaching* merupakan proses ekstraksi dengan cara melarutkan zat yang tidak diinginkan dalam suatu bahan (Saputro, et al., 2014).

Tabel 4.3 Nilai Viskositas Glukomanan dengan Pengaruh Perlakuan Konsentrasi Tepung Porang Murni (TPM)

Konsentrasi tepung porang murni (TPM) (% b/v)	Viskositas (cPs)
1,5	35270 ± 5242,96 ^a
1	26060 ± 5394,09 ^b

Keterangan: 1) Tiap-tiap data hasil dari rerata 5 ulangan ± standar deviasi
2) Notasi berbeda membuktikan adanya beda nyata pada uji BNT ($\alpha=0,05$)

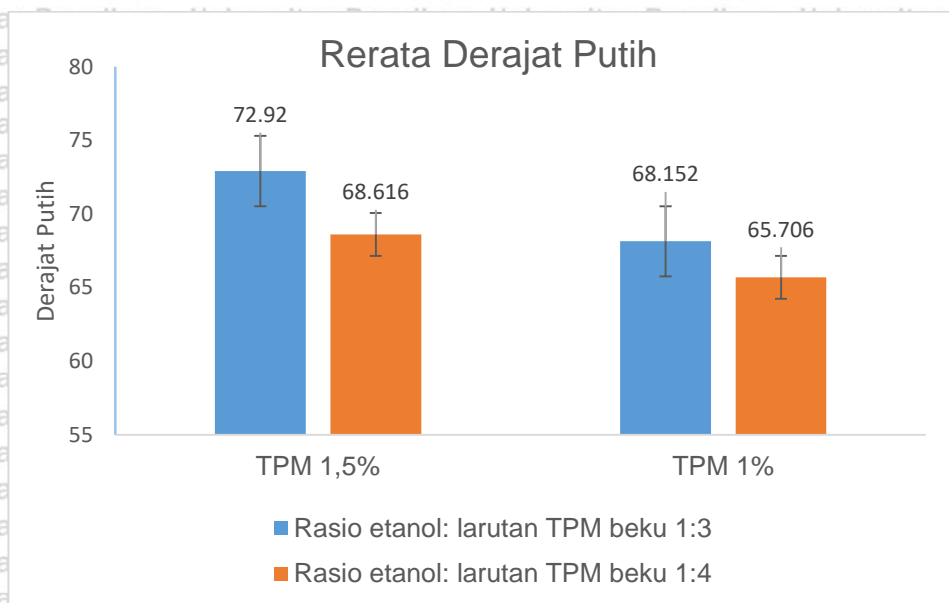
Konsentrasi TPM berpengaruh nyata terhadap viskositas dengan rerata konsentrasi TPM 1,5% yaitu 35270 ± 5242,96 cPs dan TPM 1% sebesar 26060 ± 5394,09 cPs. Nilai viskositas tepung glukomanan relatif tinggi ketika konsentrasi larutan TPM yang diekstrak besar. Ketika larutan TPM dibekukan terjadi perpindahan sedikit air ke lingkungan pembekuan, dengan demikian pembekuan

dapat mengurangi sedikit air yang nantinya akan berinteraksi dengan etanol ketika *thawing* (Kiani, et al., 2011). Ketika dilakukan *thawing*, maka akan terjadi pencairan larutan TPM beku kembali menjadi campuran antara larutan TPM dan etanol. Saat inilah, terjadi interaksi antara etanol dan air sehingga terjadi pengenceran pada konsentrasi etanol. Interaksi tersebut menghasilkan ekstrak yang berbeda karena saat konsentrasi TPM 1,5% dilakukan *thawing*, maka air yang mencair akan sedikit lambat dan menyebabkan etanol lebih lama kontak dengan larutan TPM dalam bentuk semi padat. Hal tersebut dapat diartikan konsentrasi etanol masih cukup tinggi untuk mengekstrak glukomanan. Anindita, et al., (2016), menyatakan ketika kontak zat dengan pelarut berlangsung lama maka semakin besar pula yang akan hasil yang diekstrak. Selain itu, konsentrasi 1,5% memiliki jumlah tepung porang murni lebih tinggi dari pada konsentrasi 1% yang mana jumlah glukomanannya lebih tinggi. Hal ini menandakan konsentrasi 1,5% memiliki hasil ekstrak glukomanan lebih banyak.

Viskositas yang dihasilkan oleh larutan erat kaitannya dengan kadar glukomanan. Widjanarko, et al., (2014) menyatakan glukomanan merupakan komponen yang mampu menyerap air sehingga mampu meningkatkan kemampuan viskositas. Hal ini sama dengan ketika viskositas yang dihasilkan tinggi, maka akan lebih tinggi pula kadar glukomanannya. Pernyataan tersebut sama dengan hasil dari pengaruh konsentrasi terhadap viskositas yang dihasilkan. Rerata dari konsentrasi TPM 1,5% memiliki viskositas yang tinggi karena dapat menghasilkan ekstrak glukomanan lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi TPM 1%.

4.3.2 Analisis Konsentrasi Tepung Glukomanan Rasio Etanol dan Larutan TPM beku terhadap Derajat Putih

Derajat putih merupakan satu dari sekian parameter yang penting dalam suatu bahan, terutama tepung karena dapat mempresentasikan nilai kemurnian bahan tersebut. Cara mendapatkan nilai derajat putih yaitu dengan perhitungan nilai L, a dan b setelah dipindai dengan alat berupa *color reader*. Perhitungan derajat putih dilakukan dengan rumus yang digunakan literatur dan tidak memiliki satuan dengan angka 100 merupakan nilai tertinggi derajat putih (Koswara, 2013). Rerata yang dihasilkan kombinasi perlakuan pada penelitian ini yaitu 65,706 – 72,290 (Lampiran 4, Tabel 4.2 Halaman 49). Grafik rerata derajat putih dengan kombinasi perlakuan disajikan pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2. Grafik Rerata Derajat Putih Glukomanan dengan Perlakuan Rasio Etanol berbanding Larutan TPM beku dan Konsentrasi Tepung Porang Murni (TPM)

Gambar 4.2 menunjukkan penurunan derajat putih secara berkala sejalan dengan penurunan konsentrasi dan rasio etanol terhadap larutan TPM beku. Pada konsentrasi TPM 1,5% dengan rasio etanol 1: 3 memiliki nilai derajat putih paling tinggi sedangkan konsentrasi TPM 1% dengan rasio etanol 1: 4 menghasilkan nilai derajat putih terendah. Rerata nilai tertinggi derajat putih pada kombinasi penelitian yaitu 72,92 dengan nilai terendah 65,706. Hasil tersebut menunjukkan derajat putih tepung glukomanan berbanding lurus dengan konsentrasi TPM dan rasio etanol terhadap larutan TPM beku. Tepung yang memiliki kemurnian glukomanan yang tinggi dapat ditandai dengan tingginya derajat putih. Hal ini disebabkan karena dalam tepung terdapat zat yang menyebabkan warna kecoklatan atau gelap yang dapat disebut fraksi ringan atau *tobico* (Widjanarko, 2010).

Hasil ANOVA respon derajat putih pengaruh konsentrasi dan rasio etanol berbanding larutan TPM beku (**Lampiran 4, Tabel 4.4** Halaman 49) menunjukkan adanya pengaruh yang sangat signifikan ($P\text{-value} < 0,01$). Kombinasi kedua faktor tersebut menunjukkan $P\text{-value} < 0,05$ berarti bahwa ada pengaruh yang signifikan. Hasil tersebut menandakan adanya interaksi antar faktor atas hasil derajat putih. Keluaran uji lanjut interaksi antar faktor atas hasil derajat putih disajikan pada

Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai Derajat Putih Glukomanan dengan Pengaruh Perlakuan Rasio Etanol berbanding Larutan TPM beku Kombinasi Konsentrasi TPM

Rasio Etanol berbanding Larutan TPM beku* Konsentrasi TPM (% b/v)	Derajat Putih
1: 3 * 1,5	72,92 ± 0,41 ^a
1: 3 * 1	68,62 ± 1,02 ^b
1: 4 * 1,5	68,15 ± 0,54 ^b
1: 4 * 1	65,71 ± 1,49 ^c

Keterangan: 1) Tiap-tiap data hasil dari rerata 5 ulangan ± standar deviasi
2) Notasi berbeda membuktikan adanya beda nyata pada uji BNT ($\alpha=0,05$)

Data **Tabel 4.4** menunjukkan derajat putih rasio etanol berbanding larutan TPM beku 1: 3 kombinasi konsentrasi TPM 1,5% yaitu $72,92 \pm 0,41$ (tanpa satuan). Nilai tersebut merupakan nilai rerata tertinggi perlakuan, sedangkan nilai terendah diperoleh rerata kombinasi 1: 4 * 1% yaitu $65,71 \pm 1,49$. Konsentrasi tinggi dan jumlah etanol yang banyak menghasilkan kondisi ekstraksi untuk pengotor TPM mudah larut. Suhu larutan TPM beku menghasilkan suhu yang lebih rendah jika konsentrasinya atau zat terlarutnya lebih tinggi (Minatovicz, et al., 2020). Suhu rendah akan lebih lama mencapai titik lebur larutan TPM beku yang mana akan lebih lama kontak glukomanan dalam bentuk semi padat. Saat ini pula jumlah etanol yang lebih banyak akan melarutkan zat pengotor lebih banyak karena belum terjadi pengenceran oleh air dari larutan TPM beku (Faridah dan Widjanarko, 2013), terlebih lagi pigmen porang yang berwarna kuning kecoklatan serta warna hasil dari reaksi *maillard* (Kurniawati dan Widjanarko, 2010).

Larutan yang memiliki konsentrasi lebih tinggi akan mempunyai viskositas yang lebih tinggi pula. Jia, et al. (2018) menjelaskan bahwa konsentrasi tinggi menyebabkan pengikatan yang baik pada air sehingga dapat menurunkan *drip loss* ketika *thawing*. Hal ini akan menjadikan fase padat pada konsentrasi TPM 1,5% lebih lama ketika *thawing*. Saat *thawing* larutan TPM beku dengan konsentrasi TPM 1,5% dapat melakukan kontak dengan etanol lebih lama sebelum mencair karena *water holding capacity*-nya lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi TPM 1%. Konsentrasi TPM 1,5% dapat mengalami *leaching* yang lebih baik apabila didukung dengan jumlah pelarut yang tinggi pula (Wardhani, et al., 2019). Penjelasan tersebut terbukti pada rerata derajat putih kombinasi faktor 1: 3 * 1% dan 1: 4 * 1,5% yang tidak berbeda nyata. Hasil ini disebabkan karena ekstraksi konsentrasi TPM 1,5% tidak didukung jumlah etanol, sedangkan konsentrasi 1% diekstrak dengan rasio etanol berbanding larutan TPM beku yang

lebih banyak. Rerata kombinasi 1: 3 * 1% berkisar $68,62 \pm 1,02$ dan rerata kombinasi 1: 4 * 1,5% berada pada angka $68,15 \pm 0,54$ yang terpaut sedikit rendah.

4.4 Verifikasi Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik yang dipilih berdasarkan pada hasil perhitungan metode *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM). Sistem pemilihan perlakuan terbaik metode ini yaitu berdasarkan parameter atau kriteria yang ditentukan dalam suatu penelitian (Beeram, et al., 2020). Parameter pada penelitian ini yaitu derajat putih dan viskositas. Parameter yang diinginkan ideal maksimal adalah derajat putih dan viskositas. Hasil dari analisis metode MCDM dengan faktor konsentrasi tepung porang murni (TPM) dan rasio etanol terhadap larutan TPM beku dipilih dengan L max terkecil (Widjanarko, 2010) pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Peringkat Hasil MCDM (Perlakuan Terbaik)

Konsentrasi tepung porang murni (TPM) (%b/v)	Rasio Etanol:Es	L1	L2	L max	Peringkat
1	1: 4	0,294	0,062	0,649	4
	1: 3	0,145	0,015	0,305	2
1,5	1: 4	0,167	0,019	0,353	3
	1: 3	0	0	0	1

Data **Tabel 4.5** menunjukkan peringkat pertama adalah konsentrasi TPM 1,5% menggunakan rasio etanol berbanding larutan TPM beku 1: 3. Peringkat terbawah dimiliki konsentrasi TPM 1% dengan rasio etanol berbanding larutan TPM beku 1: 4. Perlakuan terbaik yaitu variabel konsentrasi TPM 1,5% dengan rasio etanol berbanding larutan TPM beku 1: 3. Proses verifikasi perlakuan terbaik dilakukan setelah pemeringkatan dengan karakterisasi parameter berupa viskositas, derajat putih dan kadar glukomanan.

Tabel 4.6 Karakteristik Tepung Glukomanan Perlakuan Terbaik

Parameter	Satuan	Bahan Baku (Tepung Porang)	Tepung Glukomanan Terbaik	Literatur
Viskositas	cPs	7250	37250 ± 250	27555*
Derajat putih	-	48,25	$70,02 \pm 0,32$	70,2*
Kadar glukomanan	%	53	$82,92 \pm 0,62$	78,23**

Sumber: * (Anissa, 2017)

** (Mustafa dan Widjanarko, 2014).

Nilai viskositas hasil terbaik menjadikan tepung glukomanan masuk dalam kategori *Top Grade* berdasarkan ketentuan Liu, et al. (2002). Hasil viskositas ini menggambarkan kemurnian dari zat pembentuk viskositas, yaitu glukomanan.

Berdasarkan data dalam **Tabel 4.6** menunjukkan keselarasan antara glukomanan dan viskositas. Hal ini juga disebutkan oleh Keithley, et al. (2013), bahwasannya ada hubungan berbanding lurus antara glukomanan dan viskositas. Pembentukan viskositas akan terhambat karena dihalangi oleh beberapa komponen pengotor dari tepung seperti protein, lemak, pati, oksalat dan bahan pewarna seperti karotenoid (Kurniawati dan Widjanarko, 2010). Purifikasi memperbaiki karakteristik tepung glukomanan dengan hasil yang berbeda nyata (p -value $<0,01$).

Derajat putih tepung glukomanan bernilai 70,02 yang termasuk dalam nilai tinggi karena mendekati angka 100 dan berbeda nyata (p -value $<0,01$) dengan TPM sebagai bahan bakunya. Nilai derajat putih tinggi dikarenakan terlarutnya zat pewarna, penyebab adanya warna coklat pada TPM ketika proses purifikasi (Kurniawati dan Widjanarko, 2010), serta perlakuan pengecilan ukuran hingga lolos 80 mesh. Pada proses ekstraksi, zat penyebab warna coklat pada TPM terlarut dalam air dan etanol. Hal ini didukung pula dengan ukuran tepung glukomanan yang kecil sehingga dapat memantulkan cahaya putih dengan baik (Widjanarko, 2010).

Kadar glukomanan perlakuan terbaik menunjukkan nilai 82,92% yang menggambarkan kemurnian dari tepung glukomanan dengan pengukuran metode basah. Terdapat perbedaan yang nyata pada tepung glukomanan dengan TPM (p -value $<0,01$). Perbedaan ini disebabkan oleh terlarutnya zat pengotor oleh etanol. Beberapa zat yang terlarut dalam etanol dengan metode *leaching* yaitu lemak, protein, kalsium oksalat dan pati (Faridah dan Widjanarko, 2013).

Derajat putih dari proses verifikasi perlakuan terbaik sebesar 70,02 dan viskositas 37250 cPs dengan kadar glukomanan 82,92%. Ketiga karakter tersebut mempunyai hasil yang berbeda nyata kecuali derajat putih, dengan nilai literatur yang lebih tinggi. Hasil ini disebabkan karena perbedaan penggunaan etanol yang digunakan, pada literatur menggunakan etanol sebagai pelarut yang lebih banyak sehingga melarutkan pengotor yang lebih banyak pula (Nurlela, et al., 2020). Selain itu literatur nilai derajat menggunakan jenis tepung umbi porang yang berbeda yaitu jenis porang putih. Menurut Wardhani, et al. (2019), porang kuning mempunyai zat warna karoten yang tidak dimiliki oleh porang putih dan menyebabkan warna tepung porang kuning lebih gelap. Hasil verifikasi mempunyai nilai viskositas dan kadar glukomanan yang lebih tinggi apabila

dibandingkan dengan literatur yang menggunakan pelarut berupa etanol dengan kadar dan jumlah yang berbeda.

Tepung glukomanan dapat diproduksi dengan jumlah etanol yang jauh lebih sedikit dari pada literatur dengan glukomanan dan viskositas yang lebih baik daripada literatur (Anissa, 2017). Verifikasi menghabiskan etanol sebanyak 150 ml untuk mengekstrak TPM 7,5 gram. Apabila disamakan dengan literatur, untuk mengekstrak 70 gram TPM maka verifikasi akan menghabiskan 1,4 L sedangkan literatur sebanyak 7,3 L. Hasil ini menunjukkan perbedaan yang nyata dari literatur ($p\text{-value} < 0,01$) bahwa hasil verifikasi dapat menurunkan jumlah etanol untuk ekstraksi.



V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Konsentrasi TPM berpengaruh nyata terhadap viskositas dan derajat putih tepung glukomanan. Rasio etanol berbanding larutan TPM beku berpengaruh nyata terhadap viskositas dan derajat putih tepung glukomanan. Interaksi antar faktor berpengaruh nyata pada derajat putih.

Perlakuan konsentrasi tepung porang murni (TPM) berpengaruh sangat nyata ($\alpha < 0,01$) pada viskositas dan derajat putih. Perlakuan rasio etanol berbanding larutan TPM beku berpengaruh sangat nyata terhadap viskositas dan derajat putih ($\alpha < 0,01$). Interaksi konsentrasi tepung porang murni (TPM) dan rasio etanol berbanding larutan TPM beku berpengaruh nyata ($\alpha < 0,05$) pada parameter derajat putih dan tidak berpengaruh pada parameter viskositas.

Hasil terbaik konsentrasi TPM 1,5% dan rasio etanol berbanding larutan TPM beku 1: 3. Verifikasi hasil terbaik memiliki karakter viskositas tepung glukomanan 37.250 cPs, derajat putih 70,02 dan kadar glukomanan 82,92%. Metode *freeze-thaw* dapat mengurangi penggunaan etanol hingga 81% persen (dari 7,3 L menjadi 1,4 L).

5.2. Saran

Saran penelitian ini yaitu ekstraksi menggunakan konsentrasi TPM 1,5% dan rasio etanol berbanding larutan TPM beku 1: 3 untuk mengekstrak TPM menggunakan metode *freeze-thaw*. Perlu dilakukan penelitian mengenai lama pembekuan dan dimensi (wadah pembekuan) yang optimal untuk mengekstrak glukomanan. Perlu melakukan karakterisasi lebih lanjut pada hasil terbaik seperti total abu, protein, lemak, serta gambar SEM glukomanan yang telah diekstrak.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini PN, Susanti SB, Valentinus P. 2019. Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Bakso Itik dengan Tepung Porang sebagai Pengenyal. *Jurnal Teknologi Pangan* 3(1).
- Anindita F, Bahri S, Hardi J. 2016. Ekstraksi dan Karakterisasi Glukomanan dari Tepung Biji Salak (*Salacca edulis* Reinw.). *Jurnal Riset Kimia* 2(2).
- Anissa, Mella Nur. 2017. Kualitas Fisik Glukomanan dari Hasil Ekstraksi Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Variasi Perbandingan Filtrat dan Etanol. Skripsi. Universitas Gadjah Mada.
- Aryanti N. dan Abidin K. Y. 2015. Ekstraksi Glukomanan dari Porang Lokal (*Amorphophallus oncophyllus* dan *Amorphophallus muerelli* blume). *Jurnal Metana* 11(01).
- Au-Yeung F, Jovanovski E, Jenkins A L, Zurbau A, Ho HVT, Vuksan V. 2018. The Effects of Gelled Konjac Glucomannan Fibre on Appetite and Energy Intake in Healthy Individuals: A Randomised Cross-Over Trial. *British Journal of Nutrition* 119(1): 109-116.
- Beeram S, Raj SP, Reddy KS. 2020. Selection of sustainable juice extraction techniques for non-centrifugal sugar industry using multi-criteria decision-making methods. *Journal of Food Process Engineering* 43(7): 13415.
- Bulut M, Bayer O, Kirtıl E, Bayındırlı A. 2018. Effect of freezing rate and storage on the texture and quality parameters of strawberry and green bean frozen in home type freezer. *International Journal of Refrigeration* 88: 360-369.
- Cai L, Cao M, Regenstein J, Cao A. 2019. Recent Advances in Food Thawing Technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science Food Safety* 18(4): 953-970
- Chua M, Chan K, Hocking TJ, Williams PA, Perry CJ, Baldwin TC. 2012. Methodologies for the extraction and analysis of konjac glucomannan from corms of *Amorphophallus konjac* K. Koch. *Carbohydrate Polymers* 87(3): 2202-2210.
- Da Silva DF, Ogawa CYL, Sato F, Neto AM, Larsen FH, Matumoto-Pinto PT. 2020. Chemical and physical characterization of Konjac glucomannan-based powders by FTIR and ¹³C MAS NMR. *Powder Technology Journal* 361: 610-616.
- Dalvi-Isfahan M, Hamdami N, Le-Bail A. 2017. Effect of Freezing Under Electrostatic Field on Selected Properties of an Agar Gel. *Innovative Food Science Emerging Technologies* 42: 151-156
- Dalvi-Isfahan M, Jha PK, Tavakoli J, Daraei GA, Xanthakis E, Le-Bail A. 2019. Review an Identification, Underlying Mechanisms and Evaluation of Freezing Damage. *Journal of Food Engineering*
- Distantina S dan Prihani K. 2009. Koefisien Transfer Massa Volumetris (Kca) pada Ekstraksi Glukomanan dari Umbi Iles-Iles.

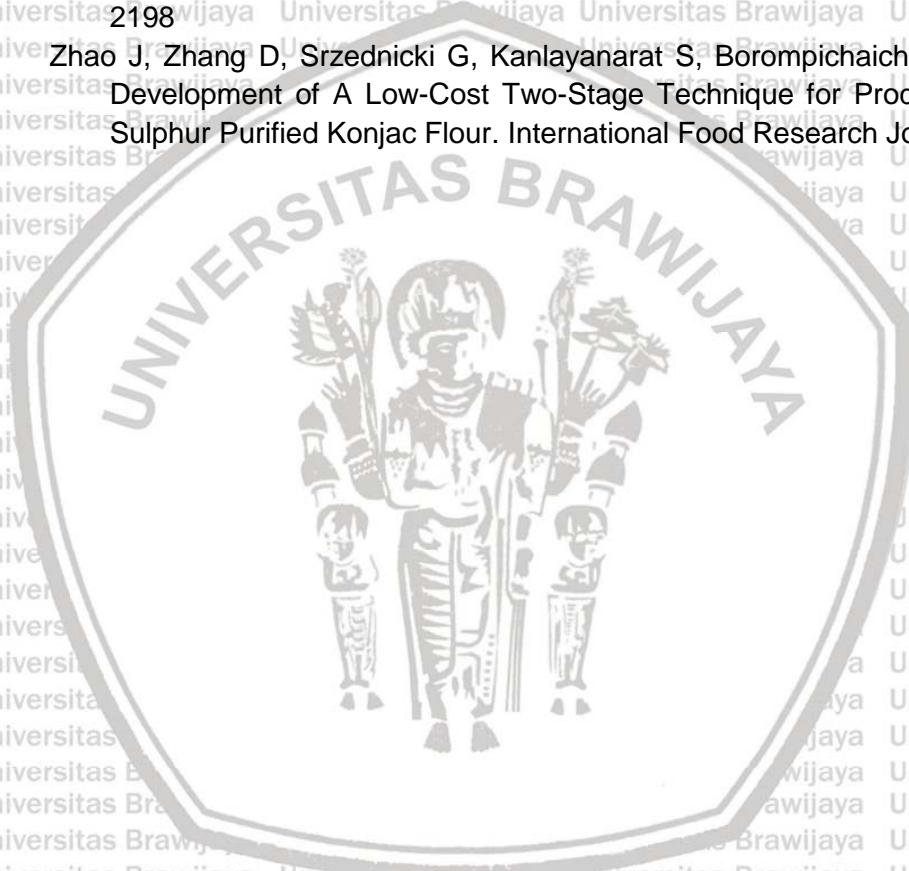
- Ekowati G, Yanuwadi B, Azrianingsih R. 2015. Sumber Glukomanan dari Edible araceae di Jawa Timur. *Indonesian Journal of Environment Sustainable Development* 6(1).
- Estiasih T, Putri WDR, Waziroh E. 2017. *Umbi-umbian dan Pengolahannya*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Fajarullah A, Irawan H, Pratomo A. 2014. Ekstraksi Senyawa Metabolit Sekunder Lamun Thalassodendron Ciliatum Pada Pelarut Berbeda. *Repository UMRH*.
- Faridah, A. 2016. Comperation of Porang Flour (Morphophallus muelleri) Purification Method: Conventional Maceration (Gradient Ethanol Leaching) and Ultrasonic Maceration Method Using Response Surface Methodology. 6(2): 265-272.
- Faridah A, Widjanarko SB, Sutrisno A. 2011. Optimasi Peningkatan Kadar Glukomanan dan Penurunan Kalium Oksalat pada Proses Penepungan dari Chip Porang (Amorphophallus oncophyllus) dengan Metode Mekanis.
- Faridah A, Widjanarko SB, Sutrisno A, Susilo B. 2013. Optimization of multilevel ethanol leaching process of porang flour (Amorphophallus muelleri) using response surface methodology. *Jurnal Teknik Industri* 3(2): 74-80.
- Faridah A. 2016. Comperation Of Porang Flour (Morphophallus Muelleri) Purification Method: Conventional Maceration (Gradient Ethanol Leaching) And Ultrasonic Maceration Method Using Response Surface Methodology. *International Journal on Advanced Science, Engineering Information Technology* 6(2): 265-272.
- Fernida, A. N. 2009. Pemungutan Glukomanan dari Umbi Iles-Iles (Amorphophallus Sp.)
- Gardjito M, Djuwardi A, Harmayani E. 2018. Pangan Nusantara: Karakteristik dan Prospek Untuk Percepatan Diversifikasi Pangan. Kencana, Yogyakarta.
- Gong F, Xu S, He T, Dong R, Ren T, Wang X, Hu Z. 2020. Effect of Quick-Freezing Temperature on Starch Retrogradation and Ice Crystals Properties of Steamed Oat Roll. *Journal of Cereal Science* 98: 103-109
- Hapsari RA. 2020. Pengaruh Suhu dan Rasio Perbandingan Sampel dan Pelarut pada Ekstraksi Glukomanan dari Tepung Umbi Porang (Amorphophallus Oncophyllus) dengan Metode Ekstraksi Menggunakan Katalis Asam Klorida (HCl). Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- He X, Liu R, Tatsumi E, Nirasawa S, Liu H. 2014. Factors Affecting The Thawing Characteristics and Energy Consumption of Frozen Pork Tenderloin Meat Using High-Voltage Electrostatic Field. *Innovative Food Science Emerging Technologies* 22: 110-115
- Herranz B, Tovar CA, Solo-de-Zaldivar B, Borderias A. 2013. Influence of alkali and temperature on glucomannan gels at high concentration. *LWT-Food Science Technology* 51(2): 500-506.
- Jia R, Katano T, Yoshimoto Y, Gao Y, Watanabe Y, Nakazawa N, Osako K, Okazaki M. 2018. Sweet Potato Starch With Low Pasting Temperature to Improve The Gelling Quality of Surimi Gels After Freezing. *Food Hydrocolloids* 81: 467-473.

- Jin W, Mei T, Wang Y, Xu W, Li J, Zhou B, Li B. 2014. Synergistic degradation of konjac glucomannan by alkaline and thermal method. *Journal of Carbohydrate Polymers* 99: 270-277.
- Keithley JK, Swanson B, Mikolaitis SL, DeMeo M, Zeller JM, Fogg L, Adamji J. 2013. Safety and efficacy of glucomannan for weight loss in overweight and moderately obese adults. *Journal of Obesity*.
- Kiani H dan Sun DW. 2011. Water Cystallization and Its Importance to Freezing of Foods: A review. *Trends in Food Science Technology Journal* 22(8): 407-426.
- Kisroh Dwiyono. 2019. Paten Proses Pemurnian Tepung Glukomanan Dari Umbi Iles Iles Kuning Dengan Menggunakan Enzim α -Amilase.
- Koswara Sutrisno. 2013. Teknologi Pengolahan Umbi-umbian. Research Community Service Institution IPB: Bandung
- Kurniawati AD dan Widjanarko SB. 2010. Pengaruh Tingkat Pencucian dan Lama Kontak Dengan Etanol Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Tepung Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*). Universitas Brawijaya: Malang.
- Lai R, Liu Y, Liu J. 2021. Properties of The Konjac Glucomannan and Zein Composite Gel With Or without Freeze-Thaw Treatment. *Food Hydrocolloids* 101: 106700
- Lee H, Hamid SBA, Zain SK. 2014. Conversion of Lignocellulosic Biomass to Nanocellulose: Structure and Chemical Process. *The Scientific World Journal*
- Lefiyanti, O. 2014. Pemurnian Tepung Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) Menggunakan Proses Ekstraksi/Leaching dengan Larutan Etanol.
- Lisa M, Lutfi M, Susilo B. 2015. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu tepung jamur tiram putih (*Plaerotus ostreatus*). *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem* 3(3): 270-279.
- Liu P, Zhang SL, Zhu GH, Chen Y, Ouyang HX, Han M, Wang ZF, Xiong W, Peng HY. 2002. Professional Standard for The Classification, Requirements and Test Methods of Konjac Flour. Technical Report NY/T: New York.
- Long X, Yan Q, Peng L, Liu X, Luo X. 2019. Effect of Various Temperatures on *Bletillae Rhizoma Polysaccharide* Extraction and Physicochemical Properties. *Applied Sciences Journal* 9(1): 116.
- Mariana W, Widjanarko SB, Widyastuti E. 2018. Optimasi Formulasi dan Karakterisasi Fisikokimia dalam Pembuatan Daging Restrukturisasi Menggunakan Response Surface Methodology (Konsentrasi Jamur Tiram Serta Gel Porang dan Karagenan). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 5(4).
- Mawarni RT dan Widjanarko SB. 2014. Penggilingan Metode Ball Mill dengan Pemurnian Kimia terhadap Penurunan Oksalat Tepung Porang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(2).
- Meghwat M and Goyal MR. 2016. Food Process Engineering: Emerging Trends in Research and Their Applications. Apple Academic Press.
- Meziani S, Jasniowski J, Gaiani C, Ioannou I, Muller JM, Ghoul M, Desobry S. 2011. Effects of freezing treatments on viscoelastic and structural behavior of frozen sweet dough. *Journal of Food Engineering* 107(3-4): 358-365.

- Minatovicz B, Sun L, Foran C, Chaudhuri B, Tang, Charlie X, Shameem M. 2020. Freeze-Concentration of Solutes During Bulk Freezing and Its Impact on Protein Stability. *Journal of Drug Delivery Science Technology* 58: 101-107
- Murniati A, Buchari SG, Nurachman Z, Ikbal OM. 2014. Aktivitas Polifenol Oksidase yang Terkandung dalam Terong (*Solanum Melongena*).
- Mustafa, S dan Widjanarko SB. 2014. Pengecilan Ukuran Metode Ball Mill dan Pemurnian Kimia terhadap Kemurnian Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(2).
- Nadulski R, Grochowicz J, Sobczak P, Kobus Z, Panasiewicz M, Zawiślak K, Mazur J, Starek A, Żukiewicz-Sobczak W. 2015. Application of Freezing and Thawing to Carrot (*Daucus carota* L.) Juice Extraction. *Food Bioprocess Technology* 8(1): 218-227
- Nadulski R, Kobus Z, Wilczyński K, Zawiślak K, Grochowicz J, Guz T. 2016. Application of Freezing and Thawing in Apple (*Malus domestica*) Juice Extraction. *Journal of Food Science* 81(11): 2718-2725
- Nurlela N, Andriani D, Arizal R. 2020. Ekstraksi Glukomanan dari Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan Etanol. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia* 14(2): 88-98.
- Pasaribu GT, Hastuti N, Efiyanti L, Waluyo TK, Pari G. 2019. Optimasi Teknik Pemurnian Glukomanan pada Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 37(3): 197-203.
- Peiying L, Shenglin Z, Guohua Z, Yan C, Huaxue O, Mei H, Zhongfeng W, Wei X, Hongyi P. 2002. "Professional Standard of The People's Republic of China for Konjac Flour. Promulgated by the Ministry of the People's Republic of China: Beijing
- Qiu L, Zhang M, Chitrakar B, Bhandari B. 2020. Application of Power Ultrasound in Freezing and Thawing Processes: Effect on Process Efficiency and Product Quality. *Ultrasonics Sonochemistry* 80: 105-230
- Rahman S. 2018. Teknologi Pengolahan Tepung Dan Pati Biji-Bijian Berbasis Tanaman Kayu. Deepublish: Yogyakarta.
- Ramadhan, Ahmad Eka. 2010. Pengaruh Konsentrasi Etanol, Suhu dan Jumlah Stage pada Ekstraksi Oleoresin Jahe (*Zingiber Officinale* Rosc) secara Batch. Skripsi. Universitas Diponegoro.
- Ratri LK. 2019. Sifat Fisik Dan Sensoris Roti Tawar Substitusi Gandum Utuh (*Triticum Aestivum* L.) Dengan Variasi Penambahan Gel Porang. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Raymond C. 2005. Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti. Edisi 3. Erlangga: Jakarta.
- Saputro EA, Lefiyanti O, Mastuti E. 2014. Pemurnian Tepung Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan Proses Ekstraksi/ Leaching dengan Larutan Etanol. Prosiding Simposium Nasional RAPI XIII FT UMS . Surakarta.
- Sari, Sri Fatimah. 2019. Effect of Different Thawing Methods on Chemical Quality of Frozen Abalone (*Haliotis asinina*). *Indonesian Journal of Fisheries Science Technology* 14: 106-109

- Setiawati E, Bahri S, Razak AA. (2017). Ekstraksi Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus paenifolius* (Dennst.) Nicolson). *Jurnal Riset Kimia* 3(3): 234-241.
- Setyoprato P, Siswanto W, Ilham HS. 2003. Studi eksperimental pemurnian garam NaCl dengan cara rekristalisasi. *Jurnal Unitas* 11(2): 17-28.
- Sitompul MR, Suryana FS, Mahfud M, Bhuana DS. 2018. Ekstraksi Asam Oksalat Pada Umbi Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) dengan Metode Mechanical Separation. *Jurnal Teknik ITS* 7(1): 135-137.
- Suharto S, Susyanto S, Sarana S, Santosa TB. 2018. Rancang Bangun Mesin Pencuci Umbi Porang untuk Meningkatkan Kinerja Pengolahan Porang. *Jurnal Teknologi Terapan* 4(2): 108-112.
- Tangkeallo C dan Widyarningsih TD. 2014. Aktivitas Antioksidan Serbuk Minuman Instan Berbasis Miana Kajian Jenis Bahan Baku dan Penambahan Serbuk Jahe. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(4): 278-284.
- VanderWeide J, Forte A, Peterlunger E, Sivilotti P, Medina-Meza IC, Falchi R, Rustioni L, Sabbatini P. 2020. Increase in Seed Tannin Extractability And Oxidation Using A Freeze-Thaw Treatment in Cool-Climate Grown Red (*Vitis vinifera* L.) Cultivars. *Food chemistry* 308: 125571.
- Wardani NAK, Indriani PT, Sarinastiti DI. 2018. Karakteristik fisik dan kimia cincau tiruan dari kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak* 13(2): 98-107.
- Wardhani DH, Atmadja AA, Nugraha CR. 2019. Pencegahan Pencoklatan Enzimatis pada Porang Kuning (*Amorphophallus oncophyllus*). *Jurnal Reaktor* 17(2): 104-110.
- Widjanarko SB. 2010. Kajian Metode Ekstraksi Konvensional dan Ultrasonik Dalam Purifikasi Glukomanan Dari Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Dalam Upaya Menghasilkan Produk Bahan Tambahan Pangan dan Pangan Fungsional.
- Widjanarko SB, Faridah A, Sutrisno A. 2011a. Effect of Multi Level Ethanol Leaching on Physico-Chemical Properties of Konjac Flour (*Amorphophallus oncophyllus*). The 12th Asean Food Conference.
- Widjanarko SB, Sutrisno A, Faridah A. 2011b. Efek hidrogen peroksida terhadap sifat fisiko-kimia tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan metode maserasi dan ultrasonik. *Jurnal Teknologi Pertanian* 12(3): 143-152.
- Widjanarko SB, Widyastuti E, Rozaq FI. 2014. Pengaruh Lama Penggilingan Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri blume*) dengan Metode Ball Mill (Cyclone Separator) terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung Porang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(3).
- Widjanarko SB, Winarsih S, Wijana S, Suryani M. 2019. Training In Porang Meat Ball Production At Klangon Village, Saradan District, Madiun Regency. *Journal of Innovation Applied Technology* 5(2): 920-925.
- Williams PA dan Phillips GO. 2014. Gums and Stabilisers for The Food Industry 17: The Changing Face of Food Manufacture: The Role of Hydrocolloids. Royal Society of Chemistry.

- Yanuriati A, Marseno DW, Rochmadi R, Harmayani E. 2017. Gel Glukomanan Porang-Xantan dan Kestabilannya Setelah Penyimpanan Dingin dan Beku. *Agriculture Technology* 37(2): 121-131.
- Yanuriati A, Marseno DW, Harmayani E. 2017b. Characteristics of Glucomannan Isolated from Fresh Tuber of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Carbohydrate Polymers Journal* 156: 56-63
- Yuan C, Xu D, Cui B, Wang Y. 2019. Gelation of κ -carrageenan/Konjac Glucomannan Compound Gel: Effect of Cyclodextrins. *Food Hydrocolloids Journal* 87: 158-164.
- Zhang Y, Mo L, Chen F, Lu M, Dong W, Wang Q, Xu F, Gu F. 2014. Optimized Production of Vanillin from Green Vanilla Pods by Enzyme-Assisted Extraction Combined with Pre-Freezing and Thawing. *Journal of Molecules* 19(2): 2181-2198
- Zhao J, Zhang D, Srzednicki G, Kanlayanarat S, Borompichaichartkul C. 2010. Development of A Low-Cost Two-Stage Technique for Production of Low-Sulphur Purified Konjac Flour. *International Food Research Journal* 17(4).



LAMPIRAN

Lampiran 1. Metode Analisa

1.1. Analisa Viskositas

1. Tepung porang ditimbang sebanyak 1 gram
2. Dilarutkan dalam 99 mL aquades di erlenmeyer 250 mL
3. Diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu ruang selama 2 jam
4. Dipindah larutan pada jar 50 mL
5. Diukur viskositas larutan dengan viskometer spindel 4 kecepatan 12 rpm
6. Dihitung nilai viskositas dengan nilai yang ditunjukkan oleh viskometer dengan faktor konversi (FK spindel nomor 4 kecepatan 12 rpm yaitu 500)

1.2. Cara Pengukuran Derajat Putih

Pengukuran derajat putih dilakukan dengan *color reader*. Hasil pengukuran warna dari *color reader* terdiri dari L, a, b. Angka pada L menunjukkan nilai kecerahan, a mewakili nilai warna merah/ hijau, dan b mempresentasikan nilai warna kuning/ biru. Angka L, a, b tersebut kemudian dihitung dengan rumus berikut:

$$W = 100 - ((100 - L)^2 + (a^2 + b^2))^{0,5}$$

Keterangan:

W : derajat putih, diasumsikan 100 merupakan nilai maksimal

L : nilai kecerahan

a : warna merah jika bernilai (+) dan warna hijau jika bernilai (-)

b : warna kuning jika bernilai (+) dan warna biru jika bernilai (-)

1.3. Cara Pengukuran Glukomanan

1. Sampel ditimbang sebanyak $0,2 \pm 0,002$ gram
2. Dilarutkan dalam 50 mL buffer asam format + NaOH di dalam erlenmeyer 250 mL
3. Diaduk dengan *shaker* pada suhu ruang selama 4 jam
4. Dipindahkan pada labu ukur 100 mL
5. Ditambah buffer asam format + NaOH hingga 100 mL
6. Disentrifugasi 4000 rpm selama 20 menit
7. Ditambah ke tabung reaksi sebanyak 5 mL ekstrak
8. Ditambahkan 2,5 mL NaOH 3 M dan divortex
9. Dididihkan dengan shaker

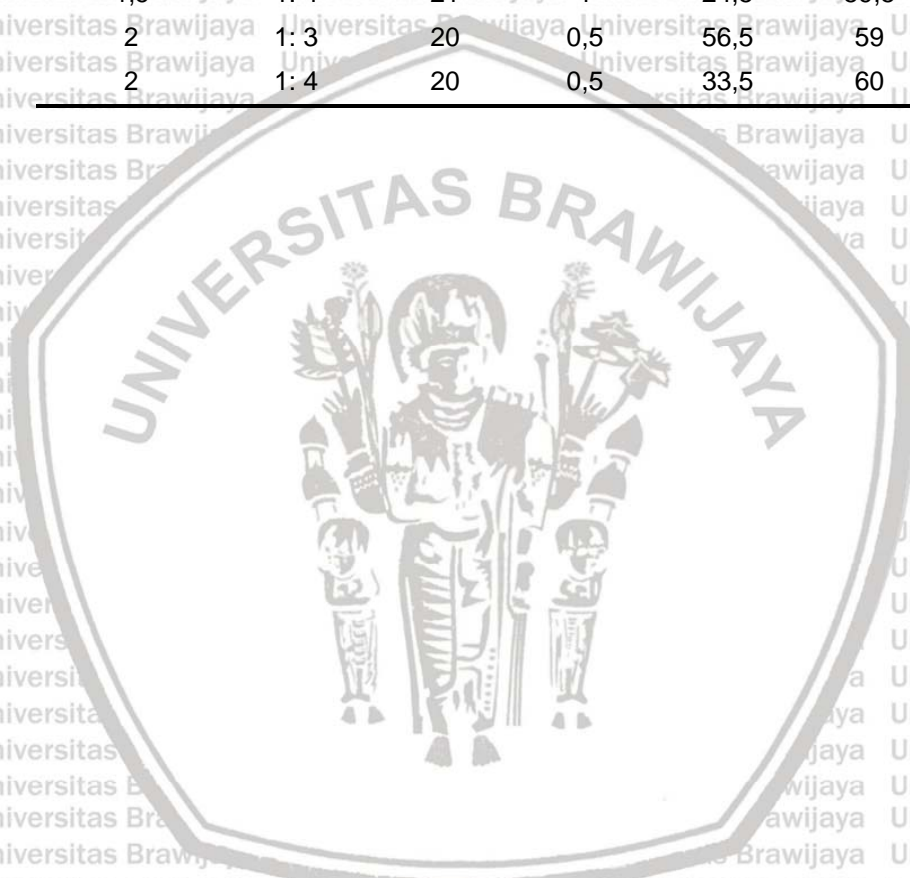
10. Dipindahkan ke dalam labu ukur 25 mL
11. Ditambah 2,5 mL NaOH 6 M dan aquades hingga 25 mL kemudian divortex
12. Dianalisa dengan $\lambda = 540$ dan dihitung
13. Ekstrak dan hidrolisat masing-masing dipindah ke tabung reaksi
14. Ditambahkan 1 mL nelson AB dan ditutup
15. Dididihkan dengan *beaker glass* di atas kompor selama 20 menit
16. Ditambahkan 1 mL Arsenomoolibdat dan aquades 7 mL aquades kemudian divortex
17. Dianalisa dengan $\lambda = 540$ dan dihitung



Lampiran 2. Data Hasil Penelitian Pendahuluan (Tahap Satu)

Tabel 2.1 Data Hasil Penelitian Pendahuluan Tahap Satu

Konsentrasi tepung porang murni (TPM) (%)	Rasio etanol : berat larutan TPM beku	Waktu freezing (jam)	Waktu crushing (menit)	Waktu ekstraksi (menit)	Waktu drying (menit)	Viskositas (CPs)
1	1: 3	18	3	58	49,5	41500
1	1: 4	18	2	45	60	28000
1,5	1: 3	21	1	30,5	41,5	47500
1,5	1: 4	21	1	24,5	59,5	21500
2	1: 3	20	0,5	56,5	59	41500
2	1: 4	20	0,5	33,5	60	31500



Lampiran 3. Pehitungan Data Hasil Penelitian Viskositas

Tabel 3.1 Perhitungan Data Analisis

Kons. TPM (%)	Rasio	Aktual jam ke-			Konversi jam ke-		
		1	2	3	1	2	3
1: 4	1	29,3	38,6	32,5	14650	19300	16250
1: 4	1	48,4	65,6	62	24200	32800	31000
1: 3	1,5	33	36	35,5	16500	18000	17750
1: 4	1,5	50,5	58,5	53	25250	29250	26500
1: 3	1,5	41	43,2	38	20500	21600	19000
1: 4	1,5	53,5	62,3	61,5	26750	31150	30750
1: 3	1,5	42,5	48,5	45	21250	24250	22500
1: 4	1	61,5	65	54,6	30750	32500	27300
1: 3	1	41	42	38	20500	21000	19000
1: 4	1,5	57,8	61	61,5	28900	30500	30750
1: 3	1	58,5	63,2	61,5	29250	31600	30750
1: 3	1	81,5	88,5	84,5	40750	44250	42250
1: 4	1	46,5	49,5	47	23250	24750	23500
1: 4	1,5	65	78,5	69,5	32500	39250	34750
1: 4	1	56	60,5	62,5	28000	30250	31250
1: 4	1,5	61,5	65	54,6	30750	32500	27300
1: 3	1	47,9	58,5	55,6	23950	29250	27800
1: 3	1,5	69,5	79	75	34750	39500	37500
1: 3	1	61	64,5	62,5	30500	32250	31250
1: 3	1,5	75,5	81,5	77,5	37750	40750	38750

Tabel 3.2 Data Hasil Penelitian Utama Viskositas

Perlakuan	Ulangan					Jumlah	Rerata
	I	II	III	IV	V		
A1B1	19300	18000	21600	24250	21000	104150	20830
A1B2	32800	29250	31150	32500	30750	156450	31290
A2B1	31600	24750	31250	29250	32250	149100	29820
A2B2	44250	39250	39850	39500	40750	203600	40720
Jumlah	127950	111250	123850	125500	124750	613300	
Rata-rata	31987,5	27812,5	30962,5	31375	31187,5		

Analisa Keragaman dengan Minitab 19

General Linear Model: Viskositas Versus Rasio, Konsentrasi

Tabel 3.3 Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Rasio	Fixed	2	B1, B2
Konsentrasi	Fixed	2	1, 2

Tabel 3.4 Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Rasio	1	424120500	424120500	79,93	0,000
Konsentrasi	1	570312000	570312000	107,48	0,000
Rasio*Konsentrasi	1	242000	242000	0,05	0,834
Error	16	84901000	5306313		
Total	19	1079575500			

Tabel 3.5 Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2303,54	92,14%	90,66%	87,71%

Tabel 3.6 Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	30665	515	59,53	0,000	
Rasio					
B1	-4605	515	-8,94	0,000	1,00
Konsentrasi					
1	-5340	515	-10,37	0,000	1,00
Rasio*Konsentrasi					
B1 1	110	515	0,21	0,834	1,00

Regression Equation

$$\begin{aligned} \text{Viskositas} = & 30665 - 4605 \text{ Rasio_B1} + 4605 \text{ Rasio_B2} - 5340 \text{ Konsentrasi_1} \\ & + 5340 \text{ Konsentrasi_2} \\ & + 110 \text{ Rasio*Konsentrasi_B1 1} - 110 \text{ Rasio*Konsentrasi_B1 2} \\ & - 110 \text{ Rasio*Konsentrasi_B2 1} + 110 \text{ Rasio*Konsentrasi_B2 2} \end{aligned}$$

Uji Lanjut BNT 5%

Fisher Pairwise Comparisons: Rasio

Tabel 3.7 Grouping Information Using the Fisher Method and 95% Confidence

Rasio	N	Mean	Grouping
B2	10	35270	A
B1	10	26060	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Pairwise Comparisons: Konsentrasi

Tabel 3.8 Grouping Information Using the Fisher Method and 95% Confidence

Konsentrasi	N	Mean	Grouping
2	10	36005	A
1	10	25325	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Pairwise Comparisons: Rasio*Konsentrasi

Tabel 3.9 Grouping Information Using the Fisher Method and 95% Confidence

Rasio*Konsentrasi	N	Mean	Grouping
B2 2	5	40720	A
B1 2	5	31290	B
B2 1	5	29820	B
B1 1	5	20830	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 4. Pehitungan Data Hasil Penelitian Derajat Putih

Tabel 4.1 Perhitungan Data Analisis

No.	L	A	B	Hasil Derajat Putih
1	67,5	3	12,5	
	67,3	2,7	12,8	
	67	2,9	12,7	
rata-rata	67,27	2,87	12,7	64,78
2	71,8	3,2	12,9	
	71,3	3,1	13	
	71,5	3,5	13,3	
rata-rata	71,53	3,27	13,1	68,51
3	66,3	5	12,7	
	66,3	4,8	12,9	
rata-rata	66,3	4,9	12,8	63,62
4	71,4	5,4	11,3	
	71,1	4,8	11,5	
	71,1	5,3	11,1	
rata-rata	71,2	5,17	11,3	68,63
5	69,6	4,7	12,9	
	69,2	5,3	12,7	
	69,5	4,9	13,1	
rata-rata	69,43	4,97	12,9	66,45
6	71,2	3,2	12,9	
	71	3,3	13	
	71,1	3,5	13,3	
rata-rata	71,1	3,33	13,1	68,11
7	70,6	3,1	12,7	
	70	3,4	13,2	
	70,3	3,2	13,5	
rata-rata	70,3	3,23	13,1	67,37
8	70,9	3,4	12,7	
	71,3	3,7	12,1	
	71,1	3,2	12,8	
rata-rata	71,1	3,43	12,5	68,31
9	69	5,7	12,5	
	69,5	5,3	12,8	
	69,3	5,6	12,6	
rata-rata	69,27	5,53	12,6	66,31
10	72,3	3,3	12	
	72,4	3,6	12,1	
	72	3	12,3	
rata-rata	72,23	3,3	12,1	69,52



11	69,7	4	12,7	
	69,5	4,3	12,5	
	70	4,4	12,3	
rata-rata	69,73	4,23	12,5	66,98
12	75,9	2,9	12,1	
	76,3	3,1	12,4	
	76,1	2,8	12	
rata-rata	76,1	2,93	12,2	73,02
13	70,9	4	12,6	
	71,3	3,9	12,8	
	71,7	3,7	12,9	
rata-rata	71,3	3,87	12,8	68,35
14	76,9	3,5	12,7	
	76,8	3,4	12,3	
	76,7	3,7	12,5	
rata-rata	76,8	3,53	12,5	73,41
15	70,2	3,1	12,7	
	70	3,4	13,2	
	70,3	3,2	13,5	
rata-rata	70,17	3,23	13,1	67,24
16	76,3	2,8	12,2	
	75,8	2,3	12,1	
	76,1	2,9	12,5	
rata-rata	76,07	2,67	12,3	72,98
17	71,7	4	12,1	
	72,5	3,6	11,7	
	71,9	3,9	11,9	
rata-rata	72,03	3,83	11,9	69,37
18	75	3,8	12,4	
	75,7	3,4	12,3	
	75,5	3,6	12,1	
rata-rata	75,4	3,6	12,3	72,28
19	72,2	3,1	13	
	71,9	3,6	13,2	
	71,8	3,4	13,5	
rata-rata	71,97	3,37	13,2	68,82
20	75,7	3	12,2	
	76	2,9	12,1	
	76,2	3	12,1	
rata-rata	75,97	2,97	12,1	72,91

Tabel 4.2 Data Hasil Penelitian Derajat Putih

Perlakuan	Ulangan					Jumlah	Rerata
	I	II	III	IV	V		
A1B1	64,78	63,62	66,45	67,37	66,31	328,53	65,706
A1B2	68,51	68,63	68,11	68,31	69,52	343,08	68,616
A2B1	66,98	68,35	67,24	69,37	68,82	340,76	68,152
A2B2	73,02	73,41	72,98	72,28	72,91	364,6	72,92
Jumlah	273,29	274,01	274,78	277,33	277,56	1376,97	
Rata-rata	68,3225	68,5025	68,695	69,3325	69,39		

Analisa Keragaman dengan Minitab 19

General Linear Model: Derajat Putih Versus Rasio, Konsentrasi

Tabel 4.3 Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Rasio	Fixed	2	B1, B2
Konsentrasi	Fixed	2	1, 2

Tabel 4.4 Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Rasio	1	56,953	56,9531	61,11	0,000
Konsentrasi	1	73,690	73,6896	79,07	0,000
Rasio*Konsentrasi	1	4,315	4,3152	4,63	0,047
Error	16	14,912	0,9320		
Total	19	149,870			

Tabel 4.5 Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,965405	90,05%	88,18%	84,45%

Tabel 4.6 Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	68,849	0,216	318,93	0,000	
Rasio					
B1	-1,688	0,216	-7,82	0,000	1,00
Konsentrasi					
1	-1,920	0,216	-8,89	0,000	1,00
Rasio*Konsentrasi					
B1 1	0,465	0,216	2,15	0,047	1,00

Regression Equation

$$\begin{aligned} \text{Der. Putih} &= 68,849 - 1,688 \text{ Rasio_B1} + 1,688 \text{ Rasio_B2} \\ &- 1,920 \text{ Konsentrasi_1} \\ &+ 1,920 \text{ Konsentrasi_2} + 0,465 \text{ Rasio} * \text{Konsentrasi_B1_1} \\ &- 0,465 \text{ Rasio} * \text{Konsentrasi_B1_2} \\ &- 0,465 \text{ Rasio} * \text{Konsentrasi_B2_1} \\ &+ 0,465 \text{ Rasio} * \text{Konsentrasi_B2_2} \end{aligned}$$

Uji Lanjut BNT 5%

Fisher Pairwise Comparisons: Rasio

Tabel 4.7 Grouping Information Using the Fisher Method and 95% Confidence

Rasio	N	Mean	Grouping
B2	10	70,536	A
B1	10	67,161	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Pairwise Comparisons: Konsentrasi

Tabel 4.8 Grouping Information Using the Fisher Method and 95% Confidence

Konsentrasi	N	Mean	Grouping
2	10	70,768	A
1	10	66,929	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Pairwise Comparisons: Rasio*Konsentrasi

Tabel 4.9 Grouping Information Using the Fisher Method and 95% Confidence

Rasio*Konsentrasi	N	Mean	Grouping
B2 2	5	72,920	A
B1 2	5	68,616	B
B2 1	5	68,152	B
B1 1	5	65,706	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 5. Perhitungan Pemilihan Terbaik

Tabel 5.1 Perhitungan Pemilihan Terbaik Metode MCDM

	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2
Viskositas (V)	20830	31290	29820	40720
Derajat Putih (DP)	65,706	68,616	68,152	72,92
DK Viskositas	0,511542	0,768418	0,732318	1
DK Derajat Putih	0,90107	0,940976	0,934613	1
1-DK V	0,488458	0,231582	0,267682	0
1-DK DP	0,09893	0,059024	0,065387	0
(1-DK V)^2	0,238591	0,05363	0,071654	0
(1-DK DP)^2	0,009787	0,003484	0,004275	0
lambda	0,5	0,5	0,5	0,5
lambda^2	0,25	0,25	0,25	0,25
DK*Lambda V	0,255771	0,384209	0,366159	0,5
DK*Lambda DP	0,450535	0,470488	0,467307	0,5
Lamda*(1-DK) V	0,488458	0,231582	0,267682	0
Lamda*(1-DK) DP	0,049465	0,029512	0,032693	0
L1	0,293694	0,145303	0,166534	0
L2	0,062151032	0,014746003	0,019478862	0
L Max	0,293694	0,145303	0,166534	0
Perlakuan Terbaik	0,649539127	0,305351123	0,352547317	0

Lampiran 6. Data Analisa Optimasi

Tabel 6.1 Perhitungan Data Viskositas

Ulangan	Aktual jam ke-			Konversi jam ke-		
	1	2	3	1	2	3
1	55,5	75	66	28000	37500	33000
2	46,5	74	62,5	23250	37000	30250
3	55	74,5	65	27500	37250	32500

Tabel 6.2 Data Derajat Putih

Ulangan	L	A	B	Hasil Derajat Putih
1	73,7	4,9	14,3	
2	74,6	4,4	14,8	
3	74,1	4,2	14,3	
rata-rata	74,1333	4,5	14,4667	70,023

Tabel 6.3 Data Glukomanan

Ulangan	α Ekstrak			α Hidrolisat			Glukomanan
	1	2	3	1	2	3	
1	0,029	0,028	0,03	0,408	0,409	0,41	82,91664405
2	0,014	0,016	0,015	0,419	0,42	0,421	83,62783713
3	0,014	0,014	0,015	0,414	0,413	0,412	82,22234093

Penelitian Pendahuluan

